This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

16589
d. 14

600015287T

E. BIBL. RADCL.

16589 d. 14

Entdeckung

eines

einfachen vom Herzen aus beschleunigten

Blutkreislaufes

in den

Larven netzflüglicher Insecten.

PARIS, rue de l'école de médecine, No. 4., bei J. B. BAILLIÈRE.
LONDON, 3 Bedford Street, Bedford Square, bei J. B. BAILLIÈRE.
AMSTERDAM, bei MÜLLER et COMP.

LEIPZIG,
gedruckt bei J. B. Hirschfeld.

Entdeckung

eines

einfachen vom Herzen aus beschleunigten

Blutkreislaufes

in den

Larven netzflüglicher Insecten.

Von

Dr. C. G. CARUS

Professor an der chirurgisch-medicinischen Acad. zu Dresden, der Kaiserl. Leop. Acad. d. Naturforscher, der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin, der Gesellschaft für Naturwissenschaft u. Heilkunde zu Heidelberg, der Schwedischen ärztlichen Gesellsch., der Schlesischen Gesellsch. für vaterländ. Cultur, der Seckenbergischen naturforschenden Gesellsch. zu Frankfurt a. M., der medic. chirurg. Gesellsch. zu Berlin, des pharmaceut. Vereins im nördl. Deutschland, der naturforschenden Gesellsch. zu Leipzig, der mineralogischen, ökonomischen, wie der Gesellsch. für Natur- u. Heilk. zu Dresden Mitgliede.

Mit drei Kupfertafeln.

LEIPZIG, 1827.

Verlag von Leopold Voss.

In gegenwärtigen Blättern übergebe ich dem naturwissenschaftlichen Publicum die Geschichte der Beobachtungen, durch welche ich im Herbst des Jahres 1826 zur Ueberzeugung von einem deutlichen Blutlaufe in den Larven netzflügliger Insecten gelangt bin. Einen Ueberblick des Wesentlichsten dieser Beobachtungen habe ich bereits der im Septbr. desselben Jahres zu Dresden versammelten Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte mittheilen können, und mehrere der damals hier anwesenden Gelehrten, unter welchen ich nur die Herren Oken, Huschke, Heyne, Purkinje, Otto, Weber und Müller nennen will, haben sich zugleich bei mir der Wahrnehmung dieser merkwürdigen Erscheinung erfreut. — Eben so haben sich späterhin der treffliche Forscher Alexander v. Humboldt und Herr Valenciennes aus Paris von dem Eigenthümlichen dieses Blutlaufs bei mir überzeugt. Insbesondere aber habe ich hiesigen Freunden, namentlich den Herren Reichenbach und Thienemann, Dank zu sagen, welche durch fleissiges Mitbeobachten und ein offenes und freisinniges Besprechen mich so in dieser Arbeit gefördert haben, wie es im wissenschaftlichen Verkehr überall und immer der Fall seyn sollte.

Dass ich aber jetzt schon diese Beobachtungen den Freunden der Naturwissenschaften öffentlich bekannt mache, dazu bestimmt mich der Wunsch, dadurch insbesondere zu fleissiger Wiederholung und Fortsetzung derselben anzuregen, damit es früher gelingen möge, einen so interessanten Gegenstand zu einem gewissen Abschlusse zu bringen. — Zu bemerken ist hierbei freilich, dass, wenn von Wiederholung solcher Beobachtungen die Rede ist, es nothwendig wird, nur mit hinlänglicher Uebung in mikroskopischen Untersuchungen, und mit Ausdauer, Liebe und wahrhafter Be-

geisterung für Ausmittelung der Wahrheit ausgerüstet zu Werke zu gehen, und dass man nicht hoffen dürfe, durch ein blosses beiläufiges Hineinsehen in ein Mikroskop gleich die Natur zum Aufschliessen ihrer geheimsten Werkstätten zu zwingen.

Ich glaube übrigens eine ausführlichere Darstellung dieses Gegenstandes am besten dergestalt zu ordnen, dass zuerst die bisherigen Meinungen über den Blutlauf der Insecten vorgelegt, sodann die Beobachtungen selbst, durch welche ich zur Auffindung eines deutlichen Blutlaufs gelangte, angegeben, und endlich die Folgerungen hinzugefügt werden, welche aus diesen Thatsachen für die Erkenntniss der Bedeutung gewisser Organe und für die Physiologie der Insecten überhaupt zu ziehen seyn dürften.

I.

Bisherige Meinungen über das Blutgefässsystem und den Blutlauf der Insecten.

Schon Aristoteles sagt (*de animal. hist. Cap. V.* 1.) „*Postremo insectorum quoque genus est, quae omnia carent sanguine,*“ und im Allgemeinen ist diese Ansicht die herrschende gewesen bis auf die neuesten Zeiten. Zwar seit Malpighi (*Opera posthuma*; *de Bombyce T. II. p.* 20.) das Rückengefäss des Seidenwurmes beschrieben hatte, seit er einen in diesem Gefässe sich bewegenden Saft erkannt hatte, wurde dieser Saft öfters Blut, und das Rückengefäss selbst Herz genannt, allein eben so oft und namentlich von den neuesten und genauesten Zergliederern wurde dieser Annahme widersprochen. So z. B. von Marcel de Serres (*Mémoires du Mus. d'hist. nat. Vol. IV. p.* 159) in folgenden Worten: „*Or, comment concevoir une circulation sans vaisseaux, et comment appeler coeur un organe qui ne remplit aucune des fonctions de ce centre de circulation?*“ Malpighi selbst zwar nahm dieses Organ wirklich als Herz, forschte aber vergebens nach weitern Verzweigungen desselben. Auch Swammerdam, welcher in seiner Bibel der Natur das Rückengefäss vieler Insecten beschreibt, hielt es wirklich für ein Herz, konnte jedoch so wenig als Malpighi Verzweigungen desselben nachweisen, und Marcel de Serres bemerkt gewiss sehr mit Recht, dass, wenn Swammerdam einmal arterielle und venöse Gefässe zwischen Heuschreckeneiern erwähnt, er entweder durch Tracheen, welche beim Trocknen ein bräunliches Ansehen annehmen, oder durch die langen untern Lebergefässe, welche hier oft die Ovarien überziehen, getäuscht worden sey. — Lyonnet (*Traité anatomique de la chenille qui ronge le bois du saule*), welcher das Rückengefäss der Weidenraupe auf das sorgfältigste untersuchte und Einspritzungen farbiger Flüssigkeiten in dasselbe machte, war eben so wenig im Stande, Verzweigungen desselben darzu-

thun und wich daher zuerst von der Meinung ab, dass dies Organ den Namen eines Herzens verdiene, indem er vielmehr eine nähere Beziehung desselben zum Nervensystem vermuthete. Der Meinung Lyonnet's trat späterhin Blumenbach (Handbuch der vergleichenden Anatomie 1805. S. 235) bei. Auf ähnliche Weise sprach sich in demselben Jahre Cuvier aus (*Leçons d'anatomie comparée, Vol. IV. p.* 418), indem er sagt: „*Le vaisseau dorsal des insectes ne ferait donc, en aucune façon, les fonctions de coeur, et n'en mériterait pas le nom. Ce serait un vaisseau secrétoire pareil à tous les autres de ce genre dans les insectes.*" Weiter unten macht er jedoch die Analogie mit einem Herzen bemerklich, welche ausser seiner Pulsation diesem Organe durch die Aehnlichkeit seiner Lage mit dem Herzen der Crustaceen, Würmer und Mollusken zukomme. Beinahe auf gleiche Weise spricht sich über diese Gegenstände auch G. R. Treviranus (Biologie, Bd. IV. S. 248) aus, indem er namentlich noch beifügt, dass die Insectenflügel gewiss keine saftführenden Gefässe enthielten. — Nur Comparetti (in seiner *Dinamica animale*) weicht wieder ganz von Lyonnet's Meinung ab, indem er nicht nur die Rückenader als ein wirkliches Herz darstellt, sondern auch einen vollkommnen durch Arterien und Venen hergestellten Kreislauf in den Insecten annimmt, dessen Ramificationen er in einer Fliege beschreibt. Es unterliegt jedoch keinem Zweifel, dass hier Comparetti eben so gut wie da, wo er von den Gehörwerkzeugen der Insecten spricht, blos Geschöpfe seiner Einbildungskraft beschrieben habe und hier wie dort namentlich durch die Verästelungen der Tracheen getäuscht worden sey. Dass sich dieses so verhalte, ist auch bereits von Marcel de Serres sowohl als von F. Meckel (Archiv für die Physiologie, Bd. I. S. 470) ausführlich dargethan worden. — Letzterer, welcher a. a. O. über Rückenadern und Flüssigkeit derselben eigene interessante Beobachtungen mittheilt, spricht sich über die Bedeutung dieses Gefässes dahin aus, dass es allerdings als Analogon des Herzens, obwohl zugleich als wichtiges Bildungsorgan und Ausscheidungswerkzeug vollkommnerer Nahrungsflüssigkeit anzusehen sey. — Marcel de Serres hingegen, von welchem schon oben angeführt wurde, dass er das Rückengefäss nicht als Herz betrachte, sucht sogar (*Mémoires du Muséum d'hist. nat. Vol. V. p.* 66) darzuthun, dass die Insecten keine Blutcirculation haben könnten, da das Daseyn von Herz und Kreislauf

nothwendig ausgeschlossen würde durch Daseyn der Tracheen, eben so wie bei Vorhandenseyn der erstern keine Tracheen möglich seyn würden; ein Schluss, der freilich sich nicht als folgerichtig zeigen wird. Ich selbst (s. Versuch e. Darstell. d. Nervensystems, Leipz. 1814. S. 75, und Lehrbuch d. Zootomie, Leipz. 1818. S. 586) bin früher der Meinung gewesen, man müsse die ringsum geschlossene Rückenader nicht sowohl als Anfang oder erste Stufe, sondern vielmehr als letztes Rudiment eines obliterirenden Gefässsystems ansehen, und hatte ausserdem bemerklich gemacht, dass in den höhern Thieren gerade da, wo das Gefässsystem in diesen niedern gleichsam erlischt, die einfache grosse Centralmasse das Nervensystem anschiesse. Eine Analogie, auf welche ich wenig Werth mehr legen möchte. Dahingegen das übrige Wesentlichere dieser frühern Ansicht mir durch gegenwärtige neuere Untersuchungen erst vollkommen bestätigt worden ist.

Obwohl sonach kein Zergliederer bisher eine Verzweigung des Rückengefässes der Insecten wirklich nachgewiesen hatte, so war doch ein solch einzelnes Gefäss aller gesunden Physiologie, die immer ein Ganzes vor Augen haben soll, ein wahrer Stein des Anstosses. Am bestimmtesten drückte sich Oken hierüber aus (Isis. 1817. S. 220), indem er den Kerfzergliederern zurufte: „Auch habt ihr noch die Verbindungsglieder zwischen Darm und Herz oder Rückenader zu suchen. Denn dass diese Ader von der übrigen Welt im Insectenleibe völlig abgetrennt seyn sollte, ist nicht zu glauben. Wie käme Flüssigkeit hinein? Durch Einschwizzen? Wie sollte sich auf diese Art ein zusammengefallenes Gefäss füllen?“ — Dieser Zuruf eines genialen Mannes regte denn auch bald einen der geübtesten Entomotomen an, auch noch einmal an diese Untersuchungen zu gehen, und wir erhielten so die kleine gehaltreiche Schrift von Herold (Physiologische Untersuchungen über das Rückengefäss der Insecten, Marburg 1823). Indess auch dieser Verf. gesteht: „nicht so glücklich gewesen zu seyn, das Räthsel über den eigentlichen Nutzen des Rückengefässes bei den geflügelten Insecten vollkommen zu lösen,“ und schliesst sich in seinen Endresultaten den Ansichten von Meckel ziemlich nahe an. —

Dies also war in neuester Zeit der Stand unserer Kenntnisse vom Rückengefäss der Insecten, kein einziger Beobachter hatte eine

Verbindung dieses Gefässes mit dem allgemeinen Kreislaufe nachgewiesen, und selbst, dass überhaupt jemals etwas von wirklicher Blutströmung ausserhalb des Rückengefässes im Insectenleibe wahrgenommen worden wäre, war mir zu der Zeit, wo ich diese Strömung auffand, durchaus unbekannt. — Nur erst, als ich mit Ordnung und Schilderung dieser Beobachtungen in ruhigen Stunden mich zu beschäftigen anfing und zugleich das Geschichtliche solcher Beobachtungen, wie es bei andern Schriftstellern sich verzeichnet findet, vornahm, fanden sich schon bei ältern Forschern, am deutlichsten aber unter den Neuern in einem Aufsatze von Gruithuisen Stellen, welche Wahrnehmungen dieser Art kund gaben. — Dass in den Schriften vor Harvey nichts von solchem Kreislaufe vorkommen werde, musste an und für sich vorausgesetzt werden; allein auch in den ältern Schriften aus der Zeit nach Harvey habe ich kaum einige Stellen auffinden können, welche auf Wahrnehmungen dieser Art hindeuten. Die erste Erwähnung eines Kreislaufs bei Insecten finde ich in dem Werke von Lesser, von welchem ich die von Lyonnet mit Anmerkungen versehene Uebersetzung vom J. 1742, unter dem Titel: *Théologie des Insectes,* vor mir habe. Es heisst hier, nachdem von Anwesenheit eines Herzens in den Kerfen die Rede gewesen, p. 90: „*Enfin les humeurs circulent dans les insectes, et les artères ont une espèce de battement; il faut donc qu'ils aient ou un coeur, ou quelque chose d'équivalent.*“ Erwägt man jedoch die Art der Darstellung von Organisation der Insecten im Uebrigen dieses Buches, so wird man sich des Gedankens nicht erwehren können, es sey jene Behauptung einer Circulation nicht auf unmittelbare Wahrnehmungen gegründet, sondern nur der Analogie nach ausgesprochen. Auf solche Weise finden sich freilich in noch weit ältern Schriften ähnliche nicht sattsam begründete Aussprüche, und man könnte selbst eine Stelle des *Albertus Magnus* (*de perfectis et imperfectis*) hierher rechnen, wo es heisst (s. *Aristotelis de animal. hist. cur.* Schneider. *Tom. II. p.* 511): „*Animalia autem annulosa propterea, quod extra dura sunt et terrestria valde, et praecipue apum genera, sensus quidem omnes participant et aestimatione et memoria praeter genera muscarum: et in his circumvolvitur spiritus ex subtili humido procreatus.*“ Gewiss wird indess niemand glauben, dass dieser Ausspruch auf wirklicher Wahrnehmung eines Blutumlaufs in Kerfen beruhe. —

Die erste wirkliche Beobachtung einer Blutströmung in Insectenlarven scheint daher vorzukommen in dem Briefe eines Ungenannten an Heinr. Baker, welcher abgedruckt ist in dessen: Beyträgen zu nützlichem und vergnügendem Gebrauch und Verbesserung des Mikroskopii; übers. Augsb. 1754, und zwar S. 506. Es wird hier eine im Wasser lebende Insectenlarve beschrieben, welche der Abbildung nach unter die Mückenlarven gehört, und von ihr, nach mikroskopischer Beobachtung im lebenden Zustande, ausgesagt: „Auf jeder Seite ist ein klein Gefäss, welches von dem Kopf zu dem Schwanz geht, in welchem ein beständiger Umlauf eines durchsichtigen Flüssigen zu unterscheiden ist.“ Diesem Ausspruche sieht man die unmittelbare Begründung auf deutliche Wahrnehmung sogleich an, und er war mir um so interessanter, weil gerade in dergleichen Larven von mir der Kreislauf bisher noch nicht gesehen worden ist. — Auch die Larven der *Ephemera*, welche ich Taf. III. abbilde, hat Baker selbst beschrieben (a. a. O. S. 472) und, wenn auch sehr roh, abgebildet (a. a. O. Taf. XIV. Fig. 17); allein bei dieser ist nichts von Blutströmung bemerkt. Unter den Neuern ist ferner eine Andeutung solcher Wahrnehmungen gegeben worden von Nitzsch, dem wir so viele schöne mikroskopische Untersuchungen verdanken. Derselbe sagt (*Commentatio de respiratione animalium, Viteb.* 1808. *p.* 27): *„in larva tipulae plumosae quae tracheis caret, vasa sanguifera ipse mihi animadvertisse videor.“* — Am bestimmtesten jedoch, wie gesagt, giebt der mit dem Mikroskop nicht minder als mit dem Teleskop vertraute Gruithuisen an, den Kreislauf in den im Wasser lebenden Insectenlarven gesehen zu haben, nur dass er die Richtung und das Verhältniss der Blutströme so wie die Eigenthümlichkeit des Blutes und seiner Blutkörner unberührt lässt, insonderheit aber der so merkwürdigen Beziehung der Blutströme auf das Rückengefäss mit keiner Sylbe Erwähnung thut. Seine Wahrnehmungen befinden sich in einem zuerst in der Salzburg. med. chir. Zeitung 1818. No. 92 abgedruckten und dann in den 1. Bd. der Isis von 1820. S. 247 aufgenommenen Aufsatze: „Physiologische und physiographische Bemerkungen über mikroskopische Thiere, besonders in Hinsicht ihrer Entstehung, Umwandlung, Differenz u. s. w.“ Es heisst hier (a. a. O. d. Isis S. 259): „Noch dazu zeigten mir mehrere Arten dieser Larven einen vollkommenen Blutkreislauf durch alle Theile. Baker'n mag ich nicht als Zeugen anführen,

denn er war kein Arzt*); allein in einem Thierchen (wahrscheinlich der Larve einer Ephemera), welches er gezeichnet, habe ich diesen Kreislauf in alle Theile — — gesehen; ich habe hier auch gesehen, dass der Chylus einen ganz abgesonderten Säftelauf innerhalb des Bauchfelles, wie in andern Insecten, Naiden, Egeln u. dergl. behauptet.“ — Dies ist die ganze Angabe über eigentliche Blutbewegung, welche allerdings die bestimmte Wahrnehmung des Phänomens im Allgemeinen darthut. Auffallend war es mir desshalb, in demselben Aufsatze (S. 258) die Stelle zu finden: „Hier“ (nämlich bei Daphnia) „ist das Blut nicht rein durchsichtiger Saft, wie bei den meisten Naiden, Regenwürmern, Insecten, Schnecken u. a., sondern es enthält Blutkügelchen.“ Nämlich nicht genug, dass Schnecken ein sehr deutlich gekörntes Blut haben (s. meine Preisschrift von den äussern Lebensbedingungen weiss- und kaltblütiger Thiere, Leipz. 1824. S. 86) und eben so bei Insecten schon von Meckel (Archiv f. Phys. 1. Bd. S. 472) die Flüssigkeit im Rückengefässe gekörnt beschrieben wird, so wie auch meine Beobachtungen deutliche Blutkörner bei Insectenlarven angeben werden, so begreife ich auch nicht, wie man Blutumlauf weissblütiger Thiere gewahr werden wollte, wenn nicht eben das Fortbewegen dieser einzelnen Körner ihn sichtbar machte. Uebrigens werden auch die später anzugebenden Beobachtungen darthun, dass keinesweges dieser Kreislauf wirklich in alle Theile des Larvenkörpers sich erstrecke, und auch kein „besonderer Kreislauf innerhalb des Bauchfelles (?)“ zu erkennen sey, dass vielmehr nur ein einziger, sehr einfacher, nur gewisse Theile des Leibes berührender und durch das Herz strömender Kreislauf eines gekörnten Blutes in diesen Larven vorkomme. Die Auffindung und Feststellung dieser Thatsachen ist es sofort, welche ich nach allem Vorhergehenden wohl als mein Eigenthum, als meine Entdeckung ansehen darf.

*) Baker selbst beschreibt auch, wie schon oben erinnert, wirklich in keiner wahren Insectenlarve etwas von Blutlauf.

II.

Beobachtungen über den Blutkreislauf bei Libellen- und Ephemerenlarven.

In den letzten Tagen des Augustmonats 1826 hatte ich in einigen der Elbe nahegelegenen Sümpfen nach Polypen gesucht, von denen ausser dem braunen Armpolypen dort eine merkwürdige Plumatella vorkommt, und bei diesem Suchen waren mir zugleich die Larven der kleinen blauen Libelle (*Agrion puella*) in Menge unter die Hände gekommen. Diese Thierchen zeichnen sich aus durch die Raschheit ihrer Bewegungen, ihr ganz fischähnliches Schwimmen und ihre drei zarten senkrecht gestellten und im Schwimmen unter spitzem Winkel entfalteten Schwanzblättchen. Diese kiemenartigen Blättchen schienen ihrer Durchsichtigkeit wegen so ganz gemacht zu mikroskopischen Untersuchungen, dass ich, dem es immer noch im Sinne lag, ob man nicht doch irgendwo die Blutströmung der Insecten deutlich werde wahrnehmen können, sogleich mehrere derselben mit mir nahm und den nächsten Tag die Beobachtungen anfing. — Gleich bei dem ersten auf den Glasschieber des Mikroskopes gebrachten Thiere sah ich, bei einer Vergrösserung von 60mal im Durchmesser, zu meiner nicht geringen Freude den deutlichsten, aber ganz einfachen unverästelten Umtrieb von durchsichtigen Blutkörnern innerhalb einer ganz durchsichtigen Bahn, welche die aus Tracheenstämmen gebildete Mittelrippe des Blattes umgab *). — Von nun an setzte ich diese Beobachtungen anhaltend fort und werde jetzt das, was als das Gesetzmässige dieser Bewegungen aus vielen Untersuchungen erkannt wurde, nicht in der Ordnung wie ich es aufgefunden, sondern in der Ordnung welche den besten Ueberblick zu gewähren scheint, und mit der streng-

*) Ich erinnere übrigens hier gleich im voraus, dass alle diese mikroskopischen Beobachtungen (wo nicht ausdrücklich das Gegentheil bemerkt ist) ohne einfallendes Sonnenlicht, dessen Flimmern so leicht Täuschungen veranlasst, sondern nur bei recht hellem Tageslichte und mit einem guten Mikroskop von Poller in Leipzig (dessen Instrumente ich hiermit dem naturwissenschaftlichen Publicum empfehle), gemacht sind.

sten Genauigkeit mittheilen. — Eine kurze Schilderung der äussern und innern Bildung dieser Larve ist dabei als Vorbereitung unerlässlich.

Diese Larve also, welche Taf. I. Fig. 1. a. dargestellt ist, erreicht eine Länge von 1 bis 1¼ paris. Zoll, ist von durchscheinend grünlichem Ansehn, und zeigt eine Abtheilung des gesammten Leibes in Kopf, nicht sehr grosse Brust und langen Hinterleib. Der breite Kopf ist mit kleinen Antennen und, ausser den Kiefern, mit der merkwürdigen Unterlippe versehen, welche als Klappe sich ausstrecken kann um den Raub zu erhaschen; die Brust besteht, wie allemal, aus 3 Ringen und trägt drei ziemlich gleiche nicht sehr grosse Fusspaare; der Leib enthält 10 Ringe und endigt sich in die drei Blättchen. — Lebensart und Metamorphose dieser Thiere schildert Rösel (Insectenbelustigungen II. Th. 1. Bd., unter den Wasserinsecten 2. Cl.) und noch besser Reaumur (*Mémoires pour servir à l'hist. des insectes. Amsterd.* 8. *Vol. VI.* 2. *part.*). Von Flügeln zeigte sich an den jungen Larven noch kaum eine Spur, an den ältern hingegen wachsen über den hintern und mittlern Brustringen die Flügelrudimente hervor, so dass man schon sehr gut die obern und untern steifen, über ¼ Zoll langen Flügel (sie zeigen unter dem Mikroskop bereits sehr deutlich den gegitterten Bau) unterscheiden kann (vergl. Fig. 2.). Sobald diese Flügel anfangen hervorzukeimen, scheint eine geringere Vegetation die Schwanzblättchen zu beleben und (wenigstens bei den Larven, welche ich Monate lang in Gläsern beobachtete) es fallen dann häufig mehrere oder alle diese Schwanzblättchen ab (s. Fig. 2.). — Der innere Bau dieser Larven zeigt einen einfachen Darmcanal, langen Magen, kurzen Dickdarm, dichten Kranz vieler mässig langen Gallengefässe, eine aus kleinen Knoten und langen doppelten Verbindungsfäden bestehende Ganglienkette und Tracheen, von welchen zwei Hauptstämme zu beiden Seiten des Körpers verlaufen und sich nach allen Theilen verästeln, ohne dass ich jedoch am Hinterleibe bestimmte Stigmaten vorfinden konnte, von denen mir nur die Rudimente derselben an der Brust deutlich bemerkbar waren. (Nach Sprengel: *de partibus, quibus insecta spiritus ducunt*, haben die vollkommnen Libellen nur zwei Brststigmaten, die Larven aber 7 — 9 an den Seiten des Körpers). Die Tracheen sind von bräunlicher Farbe und die Stämme erscheinen unter dem Mikroskop mit einem gekörnten Ueberzuge über ihren Spiralfasern bedeckt (s. Fig. 3. a.). Die feinern Aeste (Fig. 3. c) haben das gewöhnliche silber-

glänzende Ansehen, und endigen sich, wo sie an der hornigen Haut ausgehen, mit kleinen, oft quirlförmig gestellten, kaum merklich angeschwollenen Knöpfchen (s. Fig. 4. a a). — Gruithuisen sagt zwar (Isis 1820. 1. Bd. S. 259) von den Tracheen aller im Wasser lebenden Insectenlarven: „ich kann beweisen, dass sie keine Luft enthalten;“ allein nach Untersuchungen, welche ich eigends dieses allen frühern Annahmen (s. schon Lyonnet's Anmerkung zu Lesser *théologie des Insectes T. I. p.* 132) widersprechenden Ausspruchs wegen angestellt habe, enthalten sie bei grössern Larven (in welchen man hierüber allein mit Sicherheit Untersuchungen anstellen kann) deren allerdings, und Beweis hiefür giebt es, 1) dass man bei vorsichtiger unter Wasser vorgenommener Zergliederung einer lebenden Libellenlarve Luftblasen aus den Tracheenstämmen ausdrücken kann, 2) dass auch die Tracheen, und selbst die feinsten, wenn man sie von andern Theilen lospräparirt, sogleich nach der Oberfläche des Wassers emporsteigen und sich dort schwimmend erhalten. Dessenungeachtet glaube ich wohl, dass es in den Wasserlarven, und auch in andern, eine früheste Zeit geben mag, wo die Tracheen noch eben so wenig Luft führen, als die Lungen eines menschlichen Fetus. — Endlich sieht man denn bei starker Beleuchtung unter dem Mikroskop auch das Rückengefäss der Libellenlarven lebhaft pulsiren, ist aber nicht im Stande etwas vom innern Kreislaufe des Blutes wahrzunehmen, wegen der nicht genugsamen Durchsichtigkeit der harten hornartigen Bedeckungen *).

Wie nun schon oben bemerkt wurde, sah ich diesen Kreislauf zuerst deutlich in den Schwanzblättchen. Jedes dieser Blättchen zeigt aber bei seiner senkrechten Stellung einen untern oder Bauchrand (Fig. 1. b. α. und Fig. 4. α.) und einen obern oder Rückenrand (ebendas. β). Beide Ränder sind mit feinen Haaren eingefasst (s. Fig. 4.) und inmitten des Blättchens verlaufen gleich einer Blattrippe zwei Tracheenstämme (Fig. 4. γ), welche sich mannichfaltig verästeln. Das Blatt selbst ist aus einer Duplicatur der äussern Haut gebildet, wodurch die Tracheen eingeschlossen werden, und ist in den übrigen Zwischenräumen von einer körnigen Sub-

*) Diese Larven sowohl als die Ephemerenlarven haben ein sehr zähes Leben, denn eben als ich diese Abhandlung zum Druck absende, waren mehrere derselben in einem Glase fest eingefroren, welche nach dem Aufthauen nun wieder so munter als zuvor umherschwimmen.

stanz erfüllt (z. B. bei δ Fig. 4.), welche an einigen Stellen sich stärker anhäuft und die dunklern Flecken der Schwanzblätter hervorbringt. Um die Tracheenstämme herum bleibt jedoch die Fig. 4. durch die beiden Pfeile bezeichnete Bahn frei von diesem körnigen Wesen und erscheint, mit Ausnahme der sie durchziehenden Tracheenäste, ganz wasserhell. — Auf dieser Bahn nun kreisen die Blutkörner, und zwar in der durch die Pfeile bezeichneten Richtung, so dass an der Bauchseite das Blut ausströmend oder arteriell, an der Rückenseite rückströmend oder venös fliesst. Der Strom selbst biegt am Ende der Bahn ganz deutlich um, so dass man jedes Blutkörnchen bei günstiger Beleuchtung bei dieser Umkehrung verfolgen kann. Die Gränzen der Bahn sind übrigens nicht scharf und noch weniger durch wirkliche erkennbare Gefässwände gegeben (an dem Ende der Bahn sahe ich sogar zuweilen einzelne Blutkörner durch das gekörnte Parenchym durchschlüpfen), sondern das Blut kreist zwischen festerer Thiersubstanz unmittelbar (s. Fig. 5. ein sehr stark vergrössertes Stück aus dem Strome * Fig. 4.), gerade so wie man es bei allen Embryonen höherer Thiere, namentlich bei Fischembryonen und in der ersten *figura venosa* des Hühnereies, sehen kann. Die Blutkörner selbst gleichen ihrer länglichen Gestalt nach fast den Weizenkörnern (s. Fig. 5.) und sind so gross, dass sie die Blutkörner des menschlichen Blutes bedeutend übertreffen. Sie schwimmen offenbar in einer Flüssigkeit, welche nur ihrer Wasserhelle wegen unsichtbar bleibt, denn oft sieht man die Körner sehr einzeln erscheinen und sie schwimmen bald quer, bald der Länge des Stroms nach, bald schief, wie dies Fig. 5. andeutet *).

Was die Art der Fortbewegung betrifft, so erfolgt diese bei frischen gesunden Thieren in ununterbrochenem Zuge, jedoch (was sehr wichtig ist, da es den Einfluss der Pulsationen des Rückengefässes darthut) deutlich in stossweise verstärkter Geschwindigkeit, welche sich nicht blos in dem arteriellen, sondern auch in dem venösen Strome erkennen lässt. Wird das Thier matt, oder trocknen die Schwanzblättchen etwas, so stockt der Kreislauf in diesen äussersten Theilen sogleich, ein paar

*) Auch im Blute der Schnecken, Muscheln und Krebse kann man sehr deutlich sehen, dass die Blutkörner in hellem Blutwasser schwimmen. Besonders im Blute der Muscheln sind im Verhältniss der Wassermenge sehr wenig Blutkörner vorhanden.

Tropfen frisch aufgetröpfeltes Wasser bringen ihn aber gewöhnlich bald wieder in Gang. Das Stocken des Kreislaufs verräth sich auch hier wie bei matt gewordenen Frosch- oder Salamanderlarven nicht blos durch Stillstand, sondern auch dadurch, dass häufig rückgängige Bewegung der Blutströme oder auch ein blosses Oscilliren der Blutkörner vorkommt. — Merkwürdig aber ist insbesondre, dass, wenn die Larven anfangen sich mehr auszubilden, und namentlich wenn ihre Flügel sich zu entwickeln beginnen, der Kreislauf in diesen Schwanzblättchen sichtlich schwächer wird und endlich ganz erlischt (womit das um diese Zeit häufig vorkommende Abfallen der ganzen Blättchen in Zusammenhang steht), sogleich aber durch ein anderes Phänomen der Blutbewegung ersetzt wird. — Die Flügelblättchen selbst (Fig. 2. a) nämlich, zeigen einen äusserst zarten und regelmässigen, einer neuen Form des Kreislaufes Raum gebenden Bau. Sie bestehen aus einer feinen obern und untern Hautplatte, zwischen welchen durch regelmässige Anhäufung einer zarten, gekörnten Substanz (urthierische Punktmasse) ein Netzwerk dargestellt wird, wo jede Masche eine kleine Insel bildet, deren mehrere dann wasserhelle sie durchschneidende Canäle einschliessen (s. Fig. 6. a), so jedoch, dass der breiteste Canal (b) im Umfange des Flügels verläuft, und die ganze Substanz noch von äusserst feinen Tracheen durchzogen wird (Fig. 6. g). In jenen Canälen tritt nun ganz auf dieselbe Weise wie in den Schwanzblättchen das schönste Phänomen eines deutlichen Kreislaufs hervor. Allemal von dem innern Rande des Flügels (bei c und d) geht die ausströmende (arterielle) Bewegung aus, und am äussern Rande (bei e und f) erfolgt die rückströmende (venöse) Bewegung. Auch hier strömen die länglichen Blutkörner ziemlich einzeln und der Hauptstrom geht in den breiten Canal (b), jedoch sieht man häufig einzelne Körner durch das Netzwerk selbst (bei h) von innen nach aussen hindurchströmen, so dass man sich des Gedankens nicht enthalten kann, es sey dieses regelmässige Netzwerk selbst durch das Strömen des Blutes erst gleichsam ausgefurcht worden. — Der Anblick dieses Strömens selbst gleicht ganz dem, welchen die Beobachtung des Blutstroms in den Kiemen von Fischembryonen oder Frosch- und Salamanderlarven gewährt. Nimmt man nun noch hinzu, dass auch dieser Strom in den Flügelblättchen schwächer wird und endlich aufhört, und dass man im vollkommnen Insect gar nichts mehr davon gewahr wird,

so kann man nicht umhin, den Flügel hier als wahre Kieme zu erkennen, und so den Ausspruch Oken's auch im Einzelnen der Function genau bestätigt zu finden, welcher schon vor längerer Zeit sagte: „die Kerfflügel sind vertrocknete Kiemen."

Zu grösserer Deutlichkeit habe ich noch ein Schema des Blutlaufs in den drei Schwanzblättchen (Fig. 10.) und ein Schema desselben in den erst keimenden Flügeln (Fig. 8.) und den mehr entwickelten Flügelrudimenten (Fig. 9.) beigefügt und mache nur noch bemerklich:

1) Dass es höchst merkwürdig sey, dass die Schwanzkiemenblättchen und die Flügelkiemendecken (oder Bauch- und Brustkiemen) hier schon eben so einander in der Function folgen, wie im Menschen Bauchathmung (durch *Allantois* und Nabelgefässe im Fetus) und Brustathmung (durch die Lungen des gebornen Menschen).

2) Dass hier allerdings ein Kiemenapparat und Kreislauf neben einem Tracheensystem bestehe, und dadurch der von Marcel de Serres aufgestellte oben erwähnte Satz von Unverträglichkeit eines Kreislaufs und eines Tracheensystems hinreichend widerlegt werde.

So weit denn die Beobachtungen über die Libellenlarven! — Es war natürlich, dass es mir einfallen musste, es könnten diese Larven nicht die einzigen seyn, welchen ein solcher ausgebreiteter Kreislauf des Blutes eigenthümlich sey, sondern er müsse wohl den übrigen Insectenlarven auch zukommen und insbesondre auch bei andern im Wasser lebenden deutlich seyn. Ich sammelte demnach mehrere dergleichen ein, besonders kleinere, deren Leib hinreichend durchsichtig war, um auch im Rumpfe selbst Strömungen wahrnehmen zu können, und fand denn auch bald neue bemerkenswerthe Erscheinungen. — Zuerst kam eine sehr kleine, im Körper kaum $\frac{1}{4}$ Zoll lange Larve zur Untersuchung, welche Taf. II. Fig. 1. 2. abgebildet ist, nach Gebiss, Leibesgliederung und Schwanzfäden offenbar auch einem Netzflügler angehörig, Gattung und Art jedoch so nicht zu bestimmen, vielleicht zu *Semblis*, *Sialis* od. dergl. gehörig.

Diese Larve hatte einen sehr einfachen Bau, zeigte noch keine Spur von Flügelscheiden; ihr Leib bestand aus 3 Brustringen und 10 Hinterleibsringen und endigte in 3 lange mit Seitenhaaren versehene Spitzen. Der Kopf ebenfalls wie bei Libellenlarven breit, mit kleinen Augen und kurzen Antennen versehen; der Schlund (Fig. 2. a), der Magen (b), und

Darm (c), schimmerten durch die sehr durchsichtigen Leibesringe durch, und ausserdem stellte sich ein ziemlich einfach verzweigtes System von Tracheen (d d d) durch den ganzen Körper verbreitet dar. Wieder bildeten zwei zu beiden Seiten des Leibes verlaufende Tracheenstämme den wichtigsten Theil dieses Systems, und längs der beiden Seiten des Hinterleibes zeigten sich jederseits 8 kurze Tracheenstämmchen, welche zu Stigmaten, die jedoch als solche nicht deutlich erkennbar waren, führten. — Ausserdem erkannte man endlich mit besonderer Deutlichkeit die pulsirende Rückenader (bei e' e) und sah zugleich mit vollkommner Deutlichkeit, dass eigentlich nur einer Stelle dieses Gefässes, nämlich seinem untersten Ende (e') die starke Pulsation eigen war, und der aufsteigende Theil desselben nur die Pulsationen dieses untersten Theiles fortpflanzte. Mit einem Worte: eigentliches Herz war nur der untere Theil desselben, und der aufsteigende Theil verhielt sich zu demselben wie eine aufsteigende Aorta. Die sehr beträchtlichen Erweiterungen und Zusammenziehungen dieses untern Endes glichen ganz den Bewegungen, welche ich an der lebhaft pulsirenden Herzvorkammer bei Schneckenembryonen (Von den äussern Lebensbedingungen kaltblütiger Thiere. Leipzig, 1824. 4. S. 68) beschrieben habe, und die Zahl der Pulsationen konnte wohl gegen 70 in der Minute betragen. Abgesehen von der Rückenader zeigten sich durchaus keine deutlich begränzten Blutgefässe im übrigen Thierkörper, dafür aber um so deutlicher eine freie aber regelmässige Strömung von Blutkörnern, wie ich sie nach vielen einzelnen Beobachtungen jetzt in ihrer Gesetzmässigkeit angeben werde.

Zu beiden Seiten des Körpers nämlich, und von den grossen Tracheenstämmen mehr nach auswärts (bei f. f. Fig. 2), wurde bei einer Vergrösserung von 60mal im Durchmesser ein lebhaft vorschreitender Zug von Blutkörnern bemerklich, welcher ungefähr auf dieselbe Weise wie an den Rändern der Flügelrudimente in den Libellenlarven aus Blutkörnern, deren meistens eines hinter dem andern strömte, bestand, und sich von dem Kopfe nach dem Ende des Hinterleibes bewegte, wo diese Ströme in die pulsirende Vorkammer des Herzens von beiden Seiten sich ergossen, und nun wieder, durch diese Pulsationen beschleunigt, in der Rückenader gegen den Kopf aufwärts getrieben wurden. Die Art, wie

die länglichen Blutkörner, welche die menschlichen noch immer an Grösse übertreffen, an den Seiten herab sich bewegten, ist Fig. 3. in stärkerer Vergrösserung dargestellt, und ich füge nur noch bei, dass auch in diesem Herabbewegen ein dem Pulsschlag des Herzens entsprechendes stossweises Vorschreiten sichtbar war, welches darthat, dass diese Ströme oben im Kopfe von Umbiegungen des vordern Endes der Rückenader ihren Anfang nehmen mussten. Merkwürdig war hierbei insbesondre das Verhalten des Blutstroms an den Stellen, wo sich die Füsse in die Brust einsenken, indem er an diesen Stellen sich allemal auswärts bog, die Höhle des Oberschenkelgliedes in Form einer Schlinge (s. Fig. 2. g) durchströmte, jedoch, ohne dass man auch nur ein einziges Blutkügelchen sich in die Substanz des übrigen Fusses hätte verlieren gesehen, sogleich wieder umbiegend, in die Brust zurückfliessend und an der nächsten Gliedmasse dann dieselbe Schlingenbildung, ganz wie etwa das Kiemengefäss auf einer Kiemenfaser bei einem Fischembryo oder einer Froschlarve, wiederholend. In den Schwanzfäden war in dieser Larve eben so wenig als in den übrigen Fussgliedern ein Kreislauf wahrnehmbar; auch war es, bei immer nicht genugsamer Durchsichtigkeit des Kopfs und der mittlern Brusttheile, nicht möglich die obere Fortsetzung und Endigung der Rückenader, und namentlich die Stellen, wo sich ihre vordern Endigungen in die seitlich rückfliessenden Ströme umbiegen mussten, bestimmt zu erkennen. — Zu grösserer Deutlichkeit habe ich auch hier von den Gegenden des Blutsystems, welche mit vollkommener Sicherheit durch vielfältige Beobachtungen sich bestätigen liessen, ein Schema unter Fig. 4. Taf. II. beigefügt, wo bei * die pulsirende Herzstelle angegeben ist, und man ersieht hieraus deutlich: dass hier zuerst ein mit der Rückenader in Verbindung stehender sehr einfacher Kreislauf wirklich nachgewiesen werden konnte.

Eine andere Art von solchen im Wasser lebenden Larven, welche das Phänomen des Kreislaufs deutlich zeigten, war die der *Ephemera vulgata*. Dieselbe wahrscheinlich, an welcher auch Gruithuisen bereits wahrgenommen hatte, dass überhaupt Blutströmung vorhanden sey. Auch ich, ohne damals diese ältere Beobachtung zu kennen, war überrascht, als ich zum erstenmal eine dieser Larven unter das Mikroskop brachte. Sie scheinen unter den mir bis jetzt vorgekommenen diejenigen, welche sich

am meisten zur Wahrnehmung aller wichtigen Erscheinungen dieses Kreislaufs eignen, und sicher ist es, dass, wenn man eine solche noch nicht zu grosse Larve (etwa mit Schwanzspitzen von $\frac{1}{2}$ Zoll Länge), namentlich nachdem der Darmcanal von Auswurfsstoffen sich vollkommen entleert hat, bei einer 60fachen Vergrösserung ihres Durchmessers im günstigen Lichte beobachtet, man die Blutcirculation mit einer Deutlichkeit wahrnehmen wird, wie sie nur irgend bei Frosch- oder Salamanderlarven gefunden werden kann.

Ich mache auch hier den Anfang damit, eine Beschreibung der gesammten Körperbildung zu geben. — Die Larven, welche ich in den ersten Tagen des Septembers fing, waren sämmtlich noch sehr klein, $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll Länge mit sammt den Schwanzspitzen; gegen Ende des Septembers und im Anfang Octobers fanden sie sich grösser vor, obwohl auch noch mit kleinen untermischt, und mehrere derselben, die ich lange Zeit aufbewahrte, sind dann noch deutlich gewachsen, so dass ich deren von $\frac{3}{4}$ Zoll bis von 1 Zoll mit ausgestreckten Schwanzspitzen gehabt habe. Der grössern Durchsichtigkeit des Leibes wegen sind jedoch die kleinern zu mikroskopischen Beobachtungen weit mehr geeignet. — Der Körper besteht in diesen Larven aus einem halbkugeligen Kopfe (er ist bei grössern Larven verhältnissmässig kleiner) mit grossen façettirten Augen und stark nach abwärts vorragenden Fresswerkzeugen (s. Taf. III. Fig. 3. o) und langen zart gegliederten Antennen, deren beide untersten Glieder beträchtlich dicker als die obern sind (p. Fig. 2 und 3.). Die Brust wird, wie immer, von einem gesonderten und zwei verbundnen Hornringen umgeben, und drei ziemlich gleiche Fusspaare gehen von ihr aus, so wie an ihrer obern Fläche bei ältern Larven die Flügelscheiden (Fig. 2. *) deutlich erkannt werden. — Der Hinterleib ist wieder aus 10 Ringen gebildet, von welchen 7 zu beiden Seiten Kiemenblättchen tragen. Diese 14 Kiemenblättchen sind ursprünglich einfache, zarte, von Tracheen durchzogene kleine eirunde Blätter, welche sich jedoch (wie dies schon Reaumur in d. *Mém. sur les insectes T. VI. p. II.* Taf. 45. recht gut abbildet) so falten, dass auf den ersten Blick jedes Blatt doppelt zu seyn scheint. Durch die Mitte des Leibes scheint theils der sehr einfach verlaufende gerade Darmcanal hindurch (Fig. 2. q.), welcher in den After (**) sich endigt, theils die beiden grossen Tracheenstämme mit ihren Verzweigungen (x x), welche namentlich

in der Brust, wo auch Stigmata angedeutet sind, eine besondere Stärke erlangen; endlich erkennt man wieder gerade über dem Darme verlaufend sehr bestimmt das Rückengefäss (b) mit seiner abwärts stark pulsirenden herzähnlichen Erweiterung (a). Der Hinterleib endigt sich sodann auch hier in drei lange, gegliederte Schwanzspitzen (c c c), deren Seiten mit Nebenborsten besetzt sind, welche bei ältern Larven so stark anwachsen, dass jede Schwanzspitze das Ansehen einer kleinen Feder bekommt.

Was nun die Blutbewegung betrifft, so zeigt sie sich gewöhnlich gleich beim ersten Blick am deutlichsten in den drei letzten Ringen des Hinterleibes, lässt sich jedoch bei aufmerksamer und fortgesetzter Beobachtung eben so wohl in den Schwanzspitzen als in den Oberschenkelgliedern der Füsse, und (was besondere Beachtung verdient) auch im Kopfe, namentlich in den Wurzeln der Antennen entdecken. Wo ich aber niemals eine Spur derselben entdecken konnte und wo man sie doch gerade der Stelle nach am ersten erwarten sollte, war in den Kiemenblättchen *). — Im Hinterleibe also zeigen sich erstens, rechts und links neben dem Darmcanal und zwar mehr an der Bauchseite des Thieres, jederseits zwei vom Kopfe abwärts gerichtete, auch hier durchaus von keinen eigentlichen Gefässwänden begränzte Blutströme, ein äusserer schwächerer (Fig. 2. α. und in den beigefügten schematischen Figuren 3 und 4. α), und ein innerer stärkerer (Fig. 2. 3. 4. β). — Der äussere gleicht ganz dem seitlichen in der vorigen Larve beschriebenen; in ihm fliessen die länglichen Blutkörner gleichfalls ziemlich einzeln (s. Fig. 5.) und er ergiesst sich durch mehrere Nebenzweige (Fig. 2. 3. 4. γ γ) in den innern Strom. Dieser äussere Strom scheint es auch zu seyn, welcher in der Brust die in die Schenkel hinein ragenden Umbiegungen (Fig. 3. δ) bildet. Indess obwohl ich diese Strömungen durch die Oberschenkel auch hier ganz wie in der vorigen Larve deutlich, und ohne dass sie sich weiter in die Füsse fortsetzten, beobachtet habe, kann ich doch nicht mit völliger Gewissheit angeben, ob sie von dem innern oder äussern Strome gebildet werden, ja ich kann sogar nicht mit Sicherheit angeben, ob überhaupt diese bei-

*) Jetzt, im Mai 1827, finde ich in den schön verzweigten Kiemen der grössern von Reaumur (a. o. O. Taf. 46) abgebildeten Ephemerenlarven (wahrscheinlich ist dies die eigentliche *Eph. vulgata*) einen so deutlichen Blutlauf, dass ich diese unter Steinen in Flüssen leicht aufzufindenden Larven ganz besonders zur Beobachtung empfehlen muss.

den Ströme auch in der Brust geschieden sind, indess glaube ich es desshalb, weil der durch die Schenkel gehende Strom eben so dünn ist, wie der äussere des Hinterleibes, von dem sich der innere durch seine beträchtliche Stärke sehr wesentlich unterscheidet. — Auf dem neunten Hinterleibsringe gehen nun diese abwärts fliessenden Seitenströme durch eine Umbiegung wieder deutlich in das pulsirende Herz (Fig. 2. 3. 4. a) über, und von nun an richtet sich der Blutstrom wieder gegen den Kopf vorwärts. Bevor indess diese Umbiegung geschieht, gehen noch drei Ströme für jede der drei Schwanzspitzen ab, welche den grössten Theil jeder Schwanzspitze durchziehen, sich dann plötzlich umbiegen und gegen das Herz zurücklaufen. Trotz der anhaltendsten Beobachtungen und angestrengter Aufmerksamkeit habe ich bisher noch nicht genau ausmitteln können, aus welchem der vom Kopfe herabkommenden Ströme diese Strömungen in den Schwanzspitzen hervorgehen. Am wahrscheinlichsten ist es mir, dass sie von den äussern seitlichen Strömen abstammen, wie dies Fig. 3 und 4 bei c, jedoch nur hypothetisch, angezeichnet ist. Dass die Ströme der Schwanzspitzen aus dem Herzen unmittelbar hervorgehen sollten, ist am wenigsten wahrscheinlich, da auch hier das ausströmende (arterielle) Fliessen auf der Bauchseite, das rückströmende (venöse) Fliessen auf der Rückenseite geschieht; sie können also nur entweder von dem innern oder von dem äussern rückfliessenden Strome abstammen. — Das Circuliren des gekörnten Blutes gerade in diesen Schwanzspitzen übrigens gewährt höchst merkwürdige Erscheinungen: theils nämlich sind diese Theile wegen ihrer grossen Durchsichtigkeit recht geeignet, die Natur dieser Strömungen überhaupt deutlich zu sehen *), theils ist es höchst merkwürdig, hier in einem so höchst zarten und noch dazu gegliederten Cylinder einen vorwärts und einen rückwärts fliessenden Strom unmittelbar nebeneinander, d. i. ohne alle wahrnehmbare Scheidewand oder Gefässröhren und ohne dass sie einander stören, verlaufen zu sehen, zu sehen, wie stossweise (d. i. den Pulsationen des Herzens entsprechend) das Ausströmen von statten geht, das Rückfliessen aber gemeiniglich etwas

*) Oft werden diese Beobachtungen nur durch die Lebhaftigkeit und Unruhe der kleinen Larven erschwert; ein Uebelstand, welchem ich jedoch durch das Aufstreichen von etwas aufgelöstem arabischen Gummi unter die Larve auf den Glasschieber leicht abgeholfen habe.

langsamer geschieht, so dass, wenn das Thier überhaupt matt wird, das Blut allemal zuerst beim Rückfliessen stockt, wobei dann oft eine starke Anhäufung von Blutkörnern im rückführenden Strome sichtbar wird, eine so starke, dass dieser Strom oft 2 bis 3mal so breit als der arterielle erscheint. Ferner geben diese Schwanzspitzen zu höchst interessanten Beobachtungen Anlass, wenn man sie durchschneidet. Hier zeigt sich nämlich aus den verletzten Enden alsbald eine starke Blutung, und zwar wird das gekörnte Blut deutlich stossweise hervorgetrieben und bildet eine Anhäufung um das verwundete Organ, welche, sobald sie trocknet und somit die Einwirkung der atmosphärischen Luft erfährt, den Beobachter dadurch nicht wenig überrascht, dass sie aus der wasserhellen Beschaffenheit in eine bestimmt apfelgrüne Färbung übergeht (s. Taf. III. Fig. 6. drei abgeschnittene Schwanzspitzen mit solchem getrockneten grünen Blute umgeben). — Gerade entgegengesetzt also, dass höheres rothes Thierblut an der Luft eine stärkere Röthe annimmt, wird dieses Blut, in welchem man anfangs gar keine Farbe wahrnahm, durch Einwirkung der Luft entschieden grün.

Doch wir verfolgen nun den Blutlauf weiter! — Es war bereits bemerkt worden, wie die rückführenden Ströme im vorletzten Hinterleibsringe sich in das Herz ergiessen und, durch dessen Contractionen in ihrem Laufe beschleunigt, sich im Rückengefässe gegen den Kopf vorwärts wenden. Gegen die Brust hin und im obern Theile des Kopfs verbirgt sich dann die Blutströmung hinter den weniger durchsichtigen Theilen der Hornringe des Hautskelets und den durch seine *Contenta* verdunkelten Magen. Im Kopfe selbst aber werden dann wieder Strömungen durch die Wurzelglieder der Antennen (Fig. 3. r. r.) gerade so wie durch die Wurzelglieder (oder Oberschenkel) der Beine sichtbar. Auch hier bildet die von der Schädelseite kommende Strömung kurz umbiegende Schlingen, welche dann nach der Kehlseite sich fortsetzen; nimmt man aber einfallendes Sonnenlicht zu Hülfe, so kann man zwar, der flimmernden Beleuchtung wegen, weniger bestimmt, doch aber mit hinlänglicher Deutlichkeit den

*) Als ich jetzt im Mai 1827 diese Beobachtungen wiederholte, fand ich bei recht kräftigen Larven die Schlinge dieses Blutlaufs bis zum Ende der Tibia (Fig. 3. *o*) ausgedehnt, so dass also diese Schlinge nicht immer sich gleich bleibt.

Lauf eines über die Brust und den Obertheil des Kopfs fortziehenden Stroms in der Richtung Fig. 3. s. s., und die Rückwärtsbiegung desselben in der Kehlgegend (t) erkennen, so dass also dieses die erste Insectenlarve war, an welcher nach dem Schema Taf. III. Fig. 3. der Blutlauf als wahrer, vollkommner, durch den ganzen Thierleib gehender Kreislauf sich entdecken liess. — Ja man darf hier das Wort Kreislauf im eigentlichsten Sinne brauchen, denn so wie an einem Kreise alle Theile einander gleich sind und weder Anfang noch Ende sich unterscheiden lässt, so ist hier die Strömung auch eigentlich nur eine einzige, im ganz gesunden Zustande überall gleiche, durch die Umbiegungen in nichts abgeänderte und nur am Vorder- und Hinterende einigemal verzweigte, so dass man die Vergleichung mit Arterien und Venen höherer Thiere nur entfernt benutzen darf, da wir gewohnt sind, bei den Arterien allemal ein Aufgehen der Stämme in unzählige Ramificationen, und bei Venen ein Regeneriren der Stämme aus nicht minder vielfachen Verzweigungen zu denken. Der Grund aber, welcher einen solchen Unterschied zwischen diesem Kreislaufe und dem Kreislaufe höherer Thiere durch Gegenüberstehen eines arteriellen und venösen Gefässsystems bedingt, ist wohl kein anderer als der, dass dieser Insectenkreislauf in Wahrheit seiner ausserordentlichen Zartheit wegen nur dem Kreislaufe höherer Thiere durch das sogenannte Capillargefässsystem, wo ebenfalls einfache Umbiegungen von arteriellen und venösen Gefässen sichtbar werden, verglichen werden darf. Auch wiederholt sich wirklich die ganze Eigenthümlichkeit dieses einfachen Kreislaufes in höhern Thieren, sobald man in Embryonen derselben den einfachen Kreislauf des noch weissen Blutes beobachtet. Einen Blutlauf, welcher durch höchst einfache, anfangs fast ohne alle Verästelung bestehende Kreisbewegung und der auch hier in vielen Gegenden noch nicht gebildeten eigentlichen Gefässwände, sondern blosses Durchziehen der Blutströme durch urthierische gleichsam ausgefurchte gekörnte Thiersubstanz, auf das genaueste mit jenem Insectenkreislaufe zusammentrifft, und welchen man nirgends schöner als in Fischembryonen beobachten kann, als worüber schon Döllinger einige interessante Beobachtungen bekannt gemacht hat und worüber ich, aus Beobachtungen noch weit früherer Fischembryonen, noch andere Thatsachen an einem andern Orte beschreiben werde.

Und soweit denn meine bisher gemachten Erfahrungen über den gewiss sehr merkwürdigen Blutumlauf in den im Wasser lebenden Insectenlarven! — Ich hoffe Gelegenheit zu finden, diese Untersuchungen fortsetzen und weiter ausdehnen zu können, und werde auch über die dann erlangten Resultate treulich zu berichten nicht verabsäumen; allein für jetzt glaubte ich diese Beobachtungen doch auch, soweit sie bisher gediehen sind, desshalb mittheilen zu müssen, damit andere Forscher zugleich mit mir ihre Aufmerksamkeit hierher richten möchten, und durch vereinte Bemühungen in einem bisher sehr dunkeln Felde der Naturwissenschaften bald völlige Klarheit verbreitet werde. — Sehr richtig sagt nämlich Gruithuisen (a. a. O. S. 260): „Die Untersuchung der niedern Thiere vermag „einzig die Physiologie von Grund aus in ein helleres Licht zu stellen. Wie „unverwickelt und harmonisch ist alles hier! Ein Organ sieht man nach „dem andern entstehen, und man kann dessen Abhängigkeit von den übri„gen Organen und den Aussendingen oft gar wohl beweisen."

Bevor ich nun die Geschichte der gemachten Beobachtungen über diese Gegenstände ganz beschliesse, muss ich doch auch noch der Versuche gedenken, welche ich mit andern und namentlich entwickelten Insecten angestellt habe. — Es ist jedoch schwerer als man auf den ersten Anblick glaubt, das Innere vollkommen entwickelter Kerfe mikroskopischen Untersuchungen zu unterwerfen, da selbst bei den scheinbar sehr durchsichtigen Leibern kleiner Stubenfliegen, junger Mücken, wie der Ephemeren und *Hemerobius*-Arten, doch unter dem Mikroskop die Hornringe ihres Hautskelets dem Lichte zu viel Widerstand leisten, als dass ein klares Bild innerer Bewegungen erlangt werden könnte. Alle die Beobachtungen daher, welche ich an diesen Thieren bis jetzt gemacht habe, können mich nicht befriedigen; indess was mir zu sehen gelungen ist, will ich nichtsdestoweniger hier mittheilen. Ich werde diese Untersuchungen fortsetzen, sie namentlich auch noch auf andere Kerflarven und vollkommne Kerfe ausdehnen, und fordere Andere zu ähnlichen Forschungen auf, wo es dann zu hoffen steht, dass wir auch über diesen Punkt zu grösserer Bestimmtheit gelangen werden.

An jungen Fliegen und kleinen Mücken habe ich aber allerdings bei recht hellem Tageslichte, jedoch ohne Zulassung des flimmernden Sonnenlichts, und namentlich an den Stellen, wo die Hornringe des Hinterleibes

sich in einander schieben, deutlich wahrnehmen können: 1) die Pulsationen des Rückengefässes, 2) die undulirenden Bewegungen des Darmcanals, 3) die oft eben so undulirenden Bewegungen der grössern Luftsäcke und 4) die durch die Bewegungen des Darms und der Luftsäcke veranlassten Hin- und Herbiegungen der Tracheenäste. Was ich aber trotz aller Aufmerksamkeit und anhaltend fortgesetzten Beobachtung niemals habe hier erkennen können, war: irgend eine Spur von Blutströmung ausserhalb der Rückenader. Eben so stimme ich der oben angeführten Bemerkung von Treviranus ganz bei, nämlich niemals eine deutliche Saftströmung in den entwickelten Flügeln vollkommner Kerfe gesehen zu haben, und noch weniger ist etwas der Art in den Füssen zu bemerken, da deren Hornskelet durchaus der nöthigen Durchsichtigkeit, welche das Mikroskop fordert, ermangelt. — Am meisten haben mich noch die Flügel der Heuschrecken, namentlich von *Locusta verrucivora* in Zweifel gelassen, ob nicht in diesen weniger trocknen, und mit grünlichem, beim Zerquetschen hervordringenden Safte durchdrungenen Flügeln noch eine Saftbewegung vorkomme, indess auch hier ist das endliche Resultat meiner Beobachtungen mehr negativ *). Endlich habe ich auch ein paar Exemplare der sehr durchscheinenden und ihrer ganzen Bildung nach so niedrig (larvenartig) organisirten Vogelläuse (*Liotheum*) der Beobachtung unterworfen, aber ausser dem Pulsiren des Rückengefässes auch hier keine Saftströmung entdecken können.

Da nun in Leibern von kleinen Fliegen und Ephemeren bei einer Deutlichkeit des mikroskopischen Bildes, welche in Ephemerenlarven recht wohl die Wahrnehmung der Blutströmung gestattet, durchaus nichts von Blutströmung zu sehen ist, und da in den ganz trocknen Flügeln der Netz-

*) Bis zum 10. Mai 1827 hatte ich also nirgends einen deutlichen Blutlauf in Flügeln entwickelter Kerfe wahrgenommen, an diesem Tage aber fing ich die Larve von *Semblis lutaria*, in der Nacht verwandelte sie sich und als ich Morgens den 11. Mai die Flügel des vollkommnen Kerfs unter dem Mikroskop betrachtete, erblickte ich schon bei einer Vergrösserung von 30mal im Durchm. den Blutlauf in allen Flügeladern mit einer Deutlichkeit, die nichts zu wünschen übrig liess. Die Flügel waren noch weich, aber völlig zum Fliegen entfaltet, der Blutlauf war noch am 13. sichtbar, obwohl schwach, das Thier starb. — Dies beweist also, dass wenigstens gleich nach der Verwandlung ein Blutlauf in den Flügeln noch stattfinden kann, aber wahrscheinlich, so wie die Flügel ganz austrocknen, gänzlich erlischt. Gleich wiederholte Beobachtung an Flügeln älterer Netz- und Zweiflügler liessen durchaus nichts von Blutlauf erkennen.

flügler durchaus kein Blutlauf vorkommt, obwohl in den Flügelrudimenten der Libellenlarven ein so äusserst deutlicher Kreislauf vorhanden ist, so geht für jetzt meine Meinung dahin: dass den vollkommnen Kerfen wirklich ein eigentlicher Blutkreislauf fehle und ihnen nur noch das pulsirende Herz als Rudiment des in der Larve ursprünglich *) vorhanden gewesenen allgemeinen Kreislaufs zukomme. — Wie aber eine solche Annahme mit den übrigen Lebenseigenthümlichkeiten dieser Thiere sich gar wohl vereinigen lasse, darüber werde ich im Folgenden noch meine Gedanken mittheilen.

III.

Allgemeine Betrachtungen und Folgerungen.

Um zu vollkommen klarem Verständniss irgend einer Reihe Naturerscheinungen zu gelangen, besteht meiner innigsten Ueberzeugung nach nur der alleinige Weg: dass man zuerst aufsuche, wo das Phänomen in grösster Einfachheit — als Ur-Phänomen — auftrete. — Hier in seiner ursprünglichen, einfachsten Gestalt erfasse man es mit angestrengter Aufmerksamkeit von allen Seiten, hier beobachte man es in seinen Beziehungen zu andern Phänomenen, und mache sich mit seinem Wesen, in wiefern es eine besondre Manifestation allgemeinen Naturlebens darstellt, durch und durch vertraut; dann erst verfolge man die verschiedenen Modificationen, die mannichfaltigen Combinationen, deren das Ur-Phänomen fähig ist, und gehe endlich zur Untersuchung seiner verwickeltsten Formen über; wo denn auch in diesen bald ein deutliches Verständniss erreicht werden wird. —

*) In manchen Larven mag sogar der bestehende Kreislauf nur auf die frühesten Zustände, vielleicht auf das Leben im Ei eingeschränkt seyn. Ich vermuthe selbst, dass dies bei den Raupen der Fall sey. Worüber alles noch weitere Untersuchungen anzustellen sind.

Leider ist aber dies nicht eben der Weg, auf welchem Physik und Physiologie vorgeschritten sind; gewöhnlich hat man gerade umgekehrt verfahren; man hat mit den verwickeltsten, schwierigsten Formen der Erscheinung den Anfang gemacht, ja durch gekünstelte Experimente hat man oft das Verwickelte noch verwickelter zu machen gewusst, bis man vor lauter Complicationen sich von der Möglichkeit naturgemässer Erklärung ganz abgeschnitten fand und dann gewöhnlich zu nicht minder künstlichen Hypothesen seine Zuflucht nahm. — Wie sehr zu diesen Betrachtungen und Klagen namentlich die Lehre von Licht und Farben Veranlassung giebt, ist den Wissenden zur Genüge bekannt. — Den meisten Capiteln der Physiologie ist es indess wohl nicht besser gegangen. —

Wenden wir uns zur Lehre vom Kreislaufe der Säfte im thierischen Körper, so ist namentlich auch hier jene verkehrte Ordnung in Betrachtung seiner Phänomene die ziemlich allgemein befolgte. Anstatt zuerst nachzuforschen, wo denn das Phänomen des Kreislaufs in allereinfachster Gestalt als Ur-Phänomen organischen Lebens hervortrete, und von da stufenweise zu complicirtern Formen dieser Function überzugehen, hat man sich sogleich an die Erforschung des Kreislaufs in den höchsten völlig entwickelten Organismen gewagt und ein neuerer Physiolog ist denn auch auf diesem Wege richtig dahin gekommen, geradezu die ganze Lehre von einem eigentlichen Kreislaufe des Blutes für ein physiologisches Unding zu erklären.

Ohne nun hier auf eine ausführliche Erörterung dieses sehr weitschichtigen Gegenstandes eingehen zu können, will ich nur 1) versuchen, die Aufmerksamkeit der Physiologen auf diejenigen Erscheinungen des organischen Lebens hinzuwenden, welche als einfachste Formen des Kreislaufs angesehen werden müssen; 2) die Stufenfolge angeben, in welcher diese einfachsten Formen durch immer zunehmende Vervielfältigung zu der verwickeltern Form des Kreislaufs in höhern Organismen sich umbilden; 3) die Gründe folgen lassen, welche namentlich in den völlig entwickelten Insecten ein Verschwinden des früher vorhandenen Kreislaufs als naturgemäss darstellen und durch parallele Fälle in höhern Organisationen ihre Bestätigung erhalten.

Thieren, z. B. Eingeweidewürmern, Medusen, Salpen u. s. w., entsprechen mögen. — Ein solcher Kreislauf würde ganz dem in den Internodien der Charen parallel stehen.

Als drittes Phänomen einfachen Kreislaufs und als zweites Beispiel einfachen wahren Blutkreislaufs in dem Thierreiche muss sodann der der niedrigsten Polymerien (z. B. *Argulus*) und der oben beschriebenen Insectenlarven genannt werden, da bei beiden noch ein ganz einfaches kreisförmiges Strömen gleichmässig farblosen gekörnten Blutes und grossentheils ohne Gefässwandungen der Ströme bemerkt wird. — Dieses freie nur zum Theil in Canäle eingeschlossene Strömen, welches mit seiner ganzen Masse umbiegt, ohne dass sich zwischen Arterie und Vene ein deutlicher Unterschied nachweisen liesse, gleicht sonach noch im hohen Grade jenem Strömen in den zarten Canälen der Papaveraceen, und steht nur in sofern um eine Stufe höher, als a) ein Theil des Stroms frei, ein anderer in einem besondern häutigen Canale verläuft, b) ein Theil dieses häutigen Canals durch seine rhythmischen Bewegungen jene Strömung periodisch beschleunigt.

Mit dieser Stufe der Ausbildung des Kreislaufs kommt denn auch ganz überein, was von Kreislauf in den frühesten Embryonen höherer Thiere bemerkt werden kann. Namentlich was ich an Fischembryonen beobachtet habe und an einem andern Orte beschreiben werde, zeigte vollkommen dieselben einfachen Umbiegungen farbloser gekörnter Ströme, von denen der ausströmende späterhin Arterie, der rückströmende späterhin zur Vene wird.

Wir sehen hieraus, dass das, was ein neuerer Physiolog geradezu für das Unmögliche erklärt hat, nämlich ein wahrer Kreislauf von infusorienartigen Blutkörnern oder Saftkügelchen, gerade das wesentliche Ur-Phänomen ist, mit welchem diese ganze Reihe von Erscheinungen anhebt.

2. *Allmälige Vervollkommnung des Kreislaufs.*

Betrachten wir ein Naturwesen, welches wir immer wollen, so finden wir den Gang seiner Entwicklung durchaus als ein Fortschreiten von einem Indifferenten, Homogenen, zu einem Differenten, in sich Heterogenen. — So auch in einzelnen Functionen und Organen; mehrfache

Gliederung, verschiedenartigere Gegensetzung, obwohl stets innerhalb des primitiven Wesens der Function, beurkunden stets eine höhere Entwicklungsstufe. — Wenn sich daher ein einfacher Kreislauf höher entwickeln soll, wie kann dies anders geschehen, als indem innerhalb seines primitiven Wesens diese Function sich mehrfach gliedert, die strömende Flüssigkeit sich differenzirt und von eignen mit der Flüssigkeit in Wechselwirkung tretenden Canälen umgeben wird, wenn die Strömungen selbst immer feiner sich theilen und die Bedeutung der einzelnen Gegenden der Strömungen selbst eine andere besondere wird? — In Wahrheit verhält sich auch das Fortschreiten in der Entwickelung dieser Function ganz dem eben Bemerkten gemäss, wir mögen es nun an dem fortwachsenden Embryo und jungen Thiere der höhern Classen, oder wir mögen es durch die Ordnungen der niedern Thiere hindurch bis zur Eigenthümlichkeit des Blutkreislaufs in den höhern Thieren hinauf verfolgen. Die Embryonen höherer Thiere betreffend, so kann man deutlich wahrnehmen (insbesondre bei Fischembryonen), wie die anfangs ganz einfachen Umbiegungen der Blutströme an ihren Enden sich anfangen mehrfältig zu theilen, die Ramificationen immer zahlreicher und dadurch die Gegensätze zwischen arteriellen und venösen Strömungen immer entschiedener werden, wie nach und nach der erst farblose Blutstrom sich zu färben beginnt und nun ein neuer Gegensatz zwischen farbigem und farblos bleibendem Blute (Lymphe) anhebt. — Die Reihenfolge der Thiere betreffend, so sehen wir auf den Kreislauf der niedern Polymerien und Insectenlarven, welcher als zum Theil gefässloses, feines Strömen durch weiche, selbst noch halbflüssige Thiersubstanz sich darstellt, den Kreislauf der höhern Polymerien und Mollusken folgen, wo zwar auch noch eine einfache farblose gekörnte Blutmasse sich umtreibt, aber überall mit Gefässwandungen umgeben, wo die Gefässe selbst in feingetheilte Arterien und aus feinen Aesten beginnende Venen zerfallen, ja oft schon ein doppelter Kreislauf, der des ganzen Körpers und der der Athemorgane, hervortritt. An diesen schliesst sich dann der durch Gegensatz von Lymph- und Blutlauf ausgezeichnete Kreislauf der höhern Thiere, wo dann wieder das erst bei Vögeln und Säugethieren eintretende Differenziren des Blutlaufs in grossen und kleinen Kreislauf und des Herzens in rechtes und linkes Herz die höchste Gegensetzung und vollkommenste Entwicklung der Function bezeichnet.

Man könnte sonach die verschiedenen Stufen der Entwicklung dieser Function in folgender Tabelle übersichtlich zusammenstellen.

Einfachster Kreislauf infusorienartiger Kügelchen ohne alle Gefässwände.

a. im Pflanzenreich.	*b. im Thierreich.*
1) Circuliren der Sporenkügelchen in Conferven, Hydronemateen, und der Monaden in den Antheren von *Sphagnum*.	1) Circuliren des punktförmigen Embryo im Schneckenei.
2) Erste Wiederholung dieses Circulirens durch einfache Strömung freier Saftkügelchen ohne Gefässwände in den Charen.	2) Erste Wiederholung dieses Circulirens durch einfache Strömung freier Blutkügelchen ohne Gefässwände. So die ersten weissen Blutströmchen auf der Dotterhaut des bebrüteten Eies, und so auch wahrscheinlich der Kreislauf in manchen Entozoen, Medusen u. s. w., worüber nachzusuchen! —
3) Getheilter Kreislauf gleichförmig gekörnten Saftes durch Canäle, aber ohne Herz. Kreislauf der Papaveraceen und wohl der höhern Pflanzen überhaupt.	3) Etwas getheilter Kreislauf gleichförmig farblosen gekörnten Blutes, nur zum Theil in Gefässen, jedoch ohne deutlich ausgebildetes Herz. (Niedere Polymerien, Insectenlarven, frühester Embryo).
	4) Mehr getheilter Kreislauf gleichförmig farblosen gekörnten Blutes in Gefässen durch ein deutliches Herz. (Höhere Polymerien und Mollusken, etwas mehr entwickelter Embryo).

5) Ganz getheilter Kreislauf eines rothen arteriellen und venösen Blutes und eines farblosen Blutes in verschieden gebildeten Gefässen, aber einfachem Herzen. (Fische und Lurche).

6) Höchste Gegensetzung im Kreislaufe durch arterielles und venöses Blut und Lymphe, durch verschiedenartige am feinsten verästelte Gefässe und durch doppeltes Herz. (Vögel, Säugethiere, Mensch).

Auf drei Stufen also zeigt sich das Phänomen des Kreislaufs ohne deutliches Herz, und auf drei Stufen mit mehr oder weniger vollkommnem Herzen. Die Entwicklung durch alle sechs Stufen findet sich nur im Thierreiche, das Pflanzenreich geht nur bis zur dritten Stufe dem Thierreich parallel, und zeigt nichts, was der Herzbildung im Thierreiche gegenüber zu stellen wäre. — Resultate, welche gewiss zu manchen andern interessanten Folgerungen anregen müssen, von denen ausführlicher zu handeln jedoch hier der Ort nicht ist. Eine einzige Bemerkung erlaube ich mir hier noch beizufügen über einen Punkt in der Theorie des Kreislaufs, welcher, wie mir scheint, bisher selten recht naturgemäss angesehen worden ist. Diese Bemerkung betrifft die Blutkügelchen oder Blutkörner selbst. Man hat nämlich, scheinbar nicht ohne Grund, gesagt, wie es doch undenkbar wäre, dass der Strom von Blutkörnern durch die Gefässcanäle so im Kreise umhergetrieben würde, dass dieselben Kügelchen, welche erst in den Arterien verliefen, durch die Venen zurückkehrten; ein solches Umherkreisen sey ja etwas ganz Zweckloses und Widersinniges; jedes Blutkorn müsse vielmehr an der Gränze arteriellen Blutlaufs in der organischen Metamorphose untergehen und im Anfange des venösen Blutlaufs neu erzeugt werden, weil sonst die Ernährung und der Stoffwechsel im Körper undenkbar bleibe. — Diese Ansicht aber scheint allerdings auf einer irrigen Vorstellung von Bedeutung der Blutkügelchen zu beruhen, nämlich darauf, dass man glaubte, die Blutkügelchen

selbst seyen der zur Ernährung und zum Stoffwechsel bestimmte Antheil des Blutes, welches freilich dann der Fall seyn müsste, bestände anders der ganze Blutstrom blos aus Blutkügelchen, so dass man es wirklich einem aus einer Sanduhr laufenden Strome von Sandkörnern vergleichen dürfte. — Bedenkt man nun aber, dass die Blutkügelchen schon eine erste Stufe von Organisation der Blutmasse darstellen, und dass zur Ernährung der einzelnen Theile nur ein möglichst indifferenter, noch gar nicht weiter organisirter Thierstoff passend ist, wie er sich in dem in Wasser gelösten Eistoff darstellt, so ergiebt sich schon das wenig Naturgemässe jener Ansicht. Auch lehrt die Beobachtung, namentlich die des noch niedriger organisirten weissen Blutes der untern Thiergattungen, auf das deutlichste, dass die Blutkörner nur schwimmen in einem klaren eiweissstoffigen Wasser. — Wir haben desshalb die Blutkörner selbst nur anzusehen als stets sich umgestaltende, entstehende, vergehende und wieder entstehende Organisationen des Blutes, die als solche nicht zum Eingehen in die Gebilde des Thierkörpers geeignet sind, welcher vielmehr durch den gleichförmig verbreiteten Eistoff des wässrigen Mediums, in welchem die Blutkörner schwimmen, sich fortwährend regenerirt. Kurz, es scheint hier genau dasselbe Verhältniss Statt zu finden, wie das der Saamenthierchen zum *Sperma*. Wer würde glauben, dass ein Saamenthierchen als solches wirklich ein Theil des neu entstehenden Embryo werden könnte, wenn es auch, wie Prevost und Dumas gezeigt haben, bis zum Ei gelangen kann? — Die Saamenthierchen sind vielmehr die erste *Generatio aequivoca* des Saamens, sie beurkunden die plastische Kraft der Saamenflüssigkeit, aber sie selbst werden nicht zum Embryo. So auch die Blutkörner, sie beurkunden als erste *Generatio aequivoca* des Blutes, als Monadenbildung, die plastische Kraft des Blutes, aber als Blutkörner gehen sie gewiss so wenig in die Thiersubstanz ein, als der von einem Thiere verschlungene Thierkörper gleich als solcher zu Thiersubstanz desjenigen Leibes wird, den er ernähren soll. — Darum also kreiset allerdings jedes Blutkorn als solches so lange im Blutstrome umher, bis es wieder aufgelöst wird, und das Beobachten dieses wahren Kreislaufs ist kein Beweis dagegen, dass fortwährend Metamorphosen zwischen flüssigem Eistoff und krystallisirtem Eistoff festerer Thiergebilde vor sich gehen.

3. *Ueber das Verschwinden des Kreislaufs in den vollkommen entwickelten Kerfen.*

Wenn weiter oben gesagt worden ist, dass es nach den gemachten Untersuchungen am wahrscheinlichsten sey, der in den Insectenlarven ursprünglich immer vorhandene Kreislauf verliere sich späterhin und vorzüglich bei der Verwandlung zum vollkommnen Insect, so dass nur noch die einzelne oscillirende Rückenader übrig bliebe, so mag das vielleicht auf den ersten Anblick eben so unverständlich und paradox klingen, als dass ein pulsirendes Herz ohne anderes Gefässsystem entstehen könne. Findet man jedoch in der Naturbeobachtung dergleichen ganz fremdartige Erscheinungen, welche ausser allem Zusammenhange mit andern sich darstellen, so ist der sicherste Weg, zum deutlichen Verständniss derselben zu gelangen, wenn wir vor allen Dingen parallele Fälle in andern Gegenständen aufzusuchen bemüht sind, wenn wir dort, wo die Erscheinung sich näher mit andern verbindet, ihre Eigenthümlichkeit sorgfältig studiren, und dann durch Vergleichungen auch die Natur der schwerer verständlichen Erscheinung nach und nach entziffern.

So scheint denn auch das Zurückziehen des Kreislaufs aus einem grossen Theile der Körpermasse, ja fast aus dem ganzen Körper, ein unbegreiflicher Vorgang: blicken wir aber auf die Lebenseigenthümlichkeiten anderer thierischer Geschöpfe, so finden wir bald eine Reihe verwandter Erscheinungen, welche uns über diesen Vorgang verständigen. — Die merkwürdigsten Erscheinungen dieser Art bietet diejenige Classe dar, welche unter den Hirnthieren die Kerfe wiederholt, nämlich die der Vögel. — Sehen wir nicht, dass in dieser Classe im jungen Thiere das ganze Knochensystem von gefässreichem Marke durchzogen wird, und dass mit vorschreitender Entwicklung des Thieres dieses Mark aus den meisten Knochen verschwindet und dafür Luft in sie eindringt, wobei der Knochen gleichsam austrocknet? — Sehen wir nicht, dass dieser Process sich hier in jeder entstehenden Feder wiederholt, in welche ursprünglich zart verästelte Zweige des Kreislaufs eindringen *), deren Strömung

*) Diese Blutgefässe, ausgehend von einer grössern Arterie und rückfliessend in eine grössere Vene, sind so zahlreich in dem Gallertkörper der werdenden Feder, dass eine gute Injection derselben ganz der einer Fischkieme gleicht. In Wahrheit hat auch jede Feder (was

allmälig schwächer wird, endlich aufhört und der eindringenden Luft weicht, worauf die ganze Feder austrocknet? — Sehen wir nicht endlich auch hier, wie bei Säugethieren, den Allantoiskreislauf des Fetus bei eintretender Luftathmung sich zurückziehen und seine Gefässe obliteriren? —

Betrachten wir nun das Wesentliche dieser Vorgänge, so finden wir durchaus, dass der Bereich des Tropfbar-flüssigen, des Blutes, sich zurückzieht und verliert, wie der Bereich des Elastisch-flüssigen, der geathmeten Luft, sich vergrössert und herrschend wird. — Das ganze Thierreich entwickelt sich ja aus dem Wasser hervor und tritt erst allmälig ein in die Luft, und dieser Entwicklungsgang wiederholt sich in der individuellen Ausbildung jedes einzelnen höhern Thieres, ja oft wieder in einzelnen Organen, wie eben von den Knochen und Federn der Vögel gezeigt worden ist. — Und in Wahrheit, was ist es denn nun anders, wenn im Insect der Kreislauf aus dem gesammten Leibe um so mehr sich zurückzieht, je weiter und freier die Luft in diesem Leibe sich ausbreitet? — Ist nicht auch hier Verschwinden, Vertrocknen des kreisenden Tropfbar-flüssigen beim freiern Einströmen des Elastisch-flüssigen das Bezeichnende, Wesentliche dieses Vorganges? und muss nicht in einem Organismus, dessen grosse Zartheit noch um die meisten nur mikroskopisch wahrnehmbaren Saftströmchen keine Gefässwände gestattet, ein solches Obliteriren noch weit rascher und leichter geschehen? — Gewiss Jedem, der diese Fragen ernstlich erwägen will, muss nun nicht nur die Erscheinung eines obliterirenden Kreislaufs bei den Kerfen alles Fremdartige und Paradoxe verlieren, sondern er wird sich auch bald von dem Nothwendigen und ganz Uebereinstimmenden dieser Entwicklungsgeschichte mit der in andern Organismen stattfindenden überzeugen.

Wie sehr aber die Erkenntniss dieses allmälig obliterirenden Kreislaufs beiträgt, die Physiologie der Kerfe überhaupt aufzuhellen, darüber müssen wenigstens noch einige wenige Bemerkungen hier Platz finden. — Der Kreislauf des Blutes ist nämlich in seiner geringern oder stärkern Ausbildung allemal ein deutlicher Massstab mehr oder weniger lebhaften Bildungslebens. Zwar würde man allerdings viel zu weit gehen,

---

bisher keinesweges genug beachtet worden) die Bedeutung einer Luftkieme, welche während des ganzen Lebens immer von neuem regenerirt wird, wenn sie einmal vertrocknet ist.

wenn man alle Bildung überhaupt nur vom Kreislaufe abhängig glaubte, da man sich theils durch die Beobachtung der Protozoen, welche ohne eigentlichen Kreislauf von Säften entstehen und leben, theils durch die Beobachtung der fortschreitenden Bildung des Embryo höherer Thiere überzeugen kann, dass beträchtlich früher sich Thiergebilde aus urthierischer Substanz des Eies (Eistoff) krystallisiren, bevor diese Gebilde selbst von dem Systeme des Kreislaufs erreicht werden, worüber mir namentlich die Beobachtung von Fischembryonen sehr merkwürdige Thatsachen geliefert hat. Nichtsdestoweniger aber ist doch der Kreislauf als ein Vorgang zu betrachten, der von jeder lebendigen Vegetation, jeder kräftigen thierischen Bildung und Umbildung unzertrennlich ist, und ein Verschwinden desselben wird daher immer auf Zurückgehen des Bildungslebens deuten. — Fasst man nun aber diesen Gesichtspunkt auf, so erscheinen viele merkwürdige Vorgänge im Leben der Kerfe mit einem Male aufgeklärt; es wird deutlich, warum das rasche Fortwachsen und die lebhafte Umbildung der Kerflarven mit einem Male einen Stillstand macht, wenn das Thier sich verwandelt und das Reich der Luft durch oft beträchtliche blasenförmige Erweiterung der Tracheen sich in seinem Körper stärker ausgebreitet hat; es wird deutlich, warum überhaupt unter allen mehr entwickelten Thierclassen die Kerfe diejenigen sind, deren Körper niemals zu einer bedeutenden Grösse gelangt; es wird deutlich, warum auf die oft ziemlich lange Lebensdauer der Larven allemal eine so kurze Lebensdauer des vollkommnen Insects folgt, warum das vollkommne Thier so wenig Nahrungsbedürfnisse hat, und warum endlich nirgends mehr das Vermögen verlorene Theile zu ersetzen fehlt, als in den vollkommnen Kerfen. — Ja hängt es nicht eben von diesem Ueberwiegendwerden des Luftreichs und dem Zurückziehen des Kreislaufs aus zum Leben wichtigen Gebilden ab, wenn auch in den Vögeln, den Brustthieren unter den Kopfthieren (wie die Kerfe die Brustthiere unter den Rumpfthieren *) sind), der Körper selbst in den grössten Gattungen kleiner bleibt, als bei den grössten Fischen, Lurchen und Säugethieren, auch in ihnen die Reproduction verlorener Körpertheile auf der niedrig-

*) S. meine und des Prof. Ficinus Uebersicht des gesammten Thierreichs. Dresden bei Arnold. 1826.

sten Stufe steht? (Vergl. über das Verhältniss der Reproduction in den verschiedenen Thierclassen einen Aufsatz von mir im Deutsch. Archiv f. Physiol. II. Bd. 2. Heft).

Doch ich glaube, die genannten Gründe werden hinreichen darzuthun, dass das Aufhören von Saftströmung im Kerfkörper keinesweges ein fremdartiger und unerklärlicher Vorgang sey, vielmehr werden sie ihn als eine durch die Lebenseigenthümlichkeit dieser Classe nothwendig herbeigeführte Umbildung darstellen und zugleich die Art, wie nun eigentlich das späterhin wirklich ringsgeschlossene Rückengefäss der vollkommnen Kerfe zu Stande komme, deutlich machen. — Gewiss, der Gedanke dass eine Ader, so an beiden Enden geschlossen wie dies Gefäss, entstehen und pulsiren könne, ist eben so unphysiologisch, als zu denken dass ein einzelner Arm entstehen könne ohne das Stück des zu ihm gehörigen Rumpfs; vollkommen im Zusammenhange hingegen mit andern Lebensvorgängen erscheint diese Bildung, wenn wir sie als Resultat einer Entwicklungsreihe ansehen, deren Hauptpunkte wir hier zum Schlusse noch einmal in einer Reihe zusammenstellen.

1) In der Kerflarve bildet sich zuerst ein einfacher Kreislauf, welcher am Rücken gegen den Kopf, am Bauch vom Kopf abwärts gerichtet ist und wahrscheinlich zuerst ohne alle Gefässwände von statten geht, späterhin jedoch am Rücken mit Gefässwänden sich umgiebt, deren unterste am Hinterleibe *) gelegene Gegend zu pulsiren anfängt und Herz genannt werden kann, wie der übrige Theil der Ader Aorta.
2) Wenn die Verwandlung der Larve vorbereitet wird, oder wirklich herannaht, werden die ohne Gefässwände geschehenen Strömungen schwächer und hören, wie die Ausbildung der Luftwege vorrückt, allmälig ganz auf.
3) Im vollkommnen Insect sind die gefässlosen Strömungen ganz verschwunden, das Ende der Aorta gegen den Kopf und der Eingang zum Herzen im Hinterleibe obliteriren; statt der starken Systole

*) Die Stelle der Athmungsorgane ist ursprünglich immer in der Aftergegend (selbst beim Menschen als Fetusathmung), daher liegt auch das Herz der Mollusken gewöhnlich immer in der Nähe des Mastdarms.

und Diastole des Herzens bleibt nur eine oscillirende Bewegung der ganzen Rückenader übrig, welche jedoch immer noch vom Hinterleib gegen den Kopf hinauf gerichtet ist, und ist diese Umwandlung erfolgt, so wächst kein Organ mehr fort, die Reproduction erlischt und das Thier stirbt bald ab.

Die Punkte aber, welche durch fernere Untersuchungen noch besonders werden auszumitteln seyn, wären folglich: 1) genauere Angabe der Zeit der Entwicklung, wenn das Phänomen des Kreislaufs zuerst bemerklich wird, und ob dabei nicht anfangs noch der ganze Kreislauf ohne Herz- und Gefässwände von statten gehe; 2) genaue Beobachtung des eingetretnen Kreislaufs in den andern Kerfordnungen und Arten, namentlich in denen, wo die Larven nicht im Wasser leben und wo vielleicht sogar die Zeit des vollkommnen Kreislaufs sich nur auf das Leben im Ei beschränkt; 3) schärfere Bestimmungen über das allmälige Aufhören der Blutströmungen, die Zeit, wo dieses Aufhören erfolgt, und die Art wie es erfolgt, ob es nicht bei manchen Kerfen (z. B. Lepidopteren) schon im Larvenzustande aufhöre oder ob es wohl auch Fälle gebe, wo diese Strömungen noch in vollkommnen Insecten andauern *), und wie sie sich dann verhalten. — Mögen denn diese Punkte insbesondre, und die Beobachtung der Entstehung und Fortbildung des Kreislaufs überhaupt, den Freunden und Kennern der Naturwissenschaft anempfohlen seyn! und mögen sie den hier mitgetheilten Untersuchungen und Bemerkungen diejenige Beachtung gönnen, welche jedes aufrichtige, ohne alle selbstsüchtige Rücksichten verfolgte Bestreben, für Förderung der Wissenschaft zu wirken, verdient, und bei edeln und freien Gemüthern gewiss immer findet.

*) Eben finde ich in Alex. v. Humboldt's Bericht über die naturhistor. Reisen der Herren Ehrenberg und Hemprich, Berlin 1826. pag. 22, dass von diesen Reisenden in den Flügeln einer *Mantis* ein Saftlauf beobachtet worden sey. Den ausführlichern Mittheilungen hierüber sehen wir mit Verlangen entgegen. Uebrigens hat auch mir, wie die Anmerkung zu S. 23 besagt, sich neuerlich in den Flügeln eines vollkommnen Insects deutlicher Kreislauf dargeboten; Beobachtungen, welche ich seit dieser Zeit wiederholt und dabei das Insect selbst als *Semblis viridis Fabr.* erkannt habe. Ja die Beobachtungen der letztverflossenen Tage haben mir nun auch in den Larven von Wasserkäfern (Hydrophilus, Diticus) die deutlichsten Blutströmungen gezeigt, so dass also mit jenen Ehrenberg'schen Beobachtungen bereits in vier Kerfordnungen (Neuropteren, Coleopteren, Dipteren und Orthopteren) der Blutlauf gesehen worden ist.

Erklärung der Kupfertafeln.

Tafel I.

Fig. 1. a Larven von *Agrion puella* in natürlicher Grösse von oben gezeichnet. b Die 3 Schwanzblätter von der Seite.

Fig. 2. Dieselbe Larve der Verwandlung näher, zwei Schwanzblättchen sind abgefallen, die Flügelkeime mehr entwickelt.

Fig. 3. Ein Stück eines grössern Tracheenstammes derselben Larve (stark vergrössert; Mass des Objects ist beigefügt). a Bräunlicher gekörnter Ueberzug. b Spiralfasern. c Tracheenästchen.

Fig. 4. Ein Schwanzblättchen derselben Larve stark vergrössert (Mass des Objects ist beigefügt). α Bauchseite, β Rückenseite des senkrecht stehenden Blattes, γ Tracheenstämme und ihre Verästung, δ körnige Substanz zwischen beiden Blattflächen. * Blutbahn in ihren Richtungen, hier wie in allen folgenden Figuren durch Pfeile bezeichnet. a a a die feinen geknöpften Endigungen der Tracheen.

Fig. 5. Ein Theil der Blutbahn sehr stark vergrössert; man sieht die fliessenden Blutkörner zwischen den ruhenden des Parenchyms.

Fig. 6. Die vier Flügelkeime einer der Verwandlung nähern Larve von unten gesehen (Fig. 7 bezeichnet die Lage, welche man der Larve zu diesem Behufe geben muss), und mässig stark vergrössert. a körniges Parenchym zwischen den beiden Flügelhäuten, b Blutbahn am Rande der Flügelkeime, c innerer Rand mit arterieller Strömung des untern, d des obern Flügels, e äusserer Rand mit venöser Strömung des obern, f des untern Flügels. h h Querströme durch die Flügelhäute von innen nach aussen. g g Tracheen.

Fig. 8. Schematische Darstellung der noch ganz jungen Flügelkeime mit ihrem Saftlaufe.

Fig. 9. Eben solche Darstellung der mehr entwickelten Flügel mit ihrem Saftlaufe.

Fig. 10. Schema des Blutlaufs durch die drei Schwanzblätter der Larven.

Fig. 11. Vollkommnes Insect (nach Rösel).

Tafel II.

Fig. 1. Natürliche Grösse einer kleinen Neuropteren-Larve, welche

Fig. 2. vergrössert und zwar von der Rückenseite dargestellt ist. a Durchschimmernder Oesophagus, b durchschimmernder Magen, c Darm, d d d Tracheenstämme, e Rückenader, e′ pulsirende Stelle derselben oder Herz. f Seitlich abwärtsfliessender Blutstrom, welcher in den Oberschenkeln schlingenförmige Umbiegungen macht.

Fig. 3. Der seitlich abwärtsfliessende Strom von Blutkörnern stark vergrössert.

Fig. 4. Schema dieser gesammten Blutströmung.

Tafel III.

Fig. 1. Natürliche Grösse einer noch kleinen Larve von *Ephemera vulgata* oder einer ihr nahe stehenden Art.

Fig. 2. Dieselbe vergrössert vom Rücken aus gezeichnet. a Pulsirendes Herz, b Rückenader, c Schwanzspitzen, in welchen Blutkörnerströme. * Flügelkeime. ** After. q q Durchschimmernder Magen und Darm. p Antennen. x x Tracheen. α α Aeussere seitlich abwärts gehende Blutströmung. β β Innere seitlich abwärts gehende ins Herz sich ergiessende Blutströmung. γ γ Querströme, durch welche die äussere in die innere Blutströmung sich ergiesst.

Fig. 3. Schematische Darstellung des vollkommnen Blutkreislaufes dieser Larve in einer Seitenansicht. a Herz. a s Rückenader. s s Kopftheil derselben, welcher sich zerästelt und sich umbiegt, bei r r macht er die in den Wurzeln der Antennen (p) liegenden Schlingen; o Fresswerkzeuge, t Stelle, wo sich die umgebogenen Ströme des Blutes in der Kehlgegend sammeln, um gegen den Hinterleib rückwärts zu fliessen. α der mehr äusserlich rückfliessende schwächere Strom, welcher in den Oberschenkeln gewöhnlich die kurzen Schlingen δ δ δ macht, bei recht kräftigen Larven aber auch Schlingen bis ϑ bildet. β der stärkere innere und mehr an der Bauchseite gelegene Strom, in welchen der äussere durch Queräste γ γ zum Theil übergeht, und sich dann wahrscheinlich in die kleinen Blutströmchen für die Schwanzspitzen (bei c) fortsetzt, um endlich mit dem grössern Seitenstrome zugleich in das Herz einzufliessen. ** After. (Auch die Färbung ist nur schematisch zu Erleichterung des Verständnisses angegeben.

Fig. 4. Schematische Darstellung des Blutlaufs im Hinterleibe, und zwar von oben gesehen. a Herz mit der Rückenader ***, β innerlicher, α äusserlicher rückführender Blutstrom, γ γ Verbindungszweige zwischen beiden. c hypothetische Darstellung des Ursprungs der Blutströme in den Schwanzborsten.

Fig. 5. Seitlicher äusserer Blutstrom, wie er bei Vergrösserung von 60mal im Durchmesser erscheint.

Fig. 6. Vergrösserte Darstellung der abgeschnittenen drei Schwanzspitzen mit ausströmendem an der Luft grün gewordnen Blute.

Fig. 7. Darstellung einer ausgebildeten Ephemera nach Rösel (da diese Tafeln im Winter gestochen wurden, konnten die aus den Larven selbst entwickelten Insecten nicht zur Darstellung benutzt werden).

Tafel I.

Fig. 1.

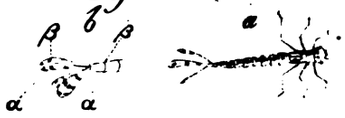


Fig. 2.

Fig. 11.

Fig. 4.

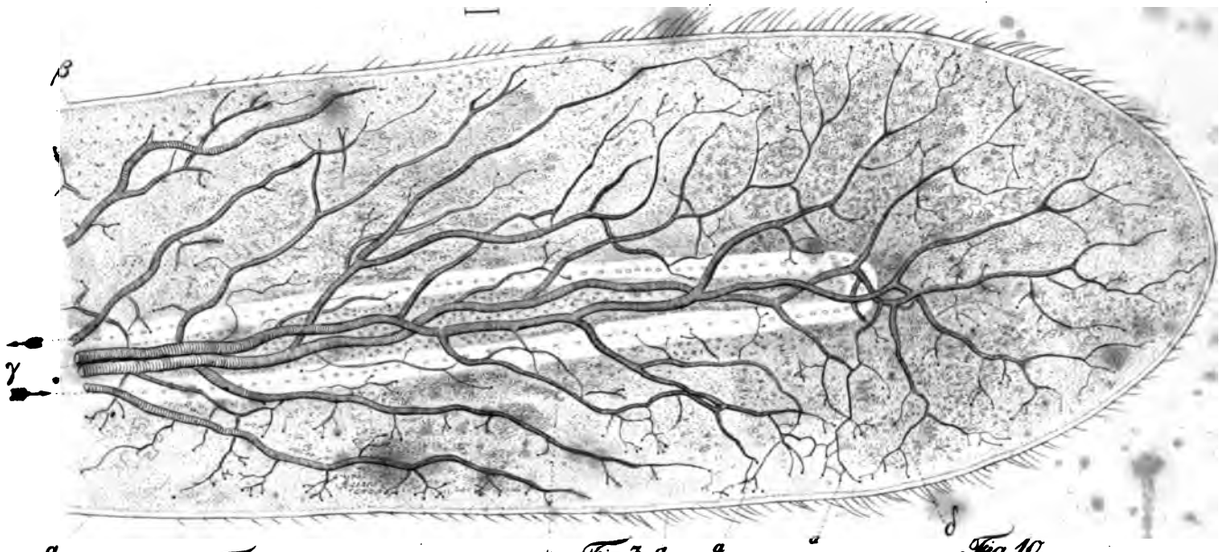


Fig. 5.

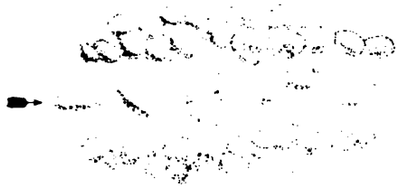


Fig. 3.

Fig. 10.

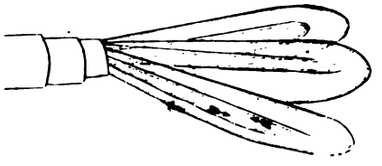


Fig. 6.

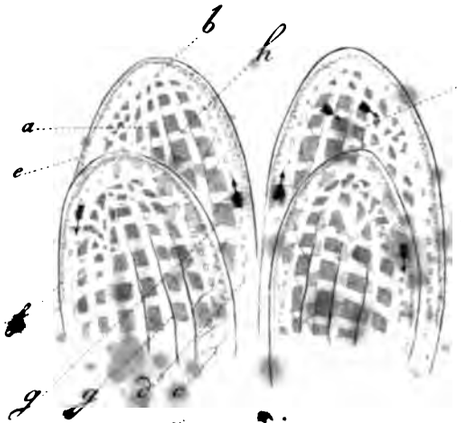
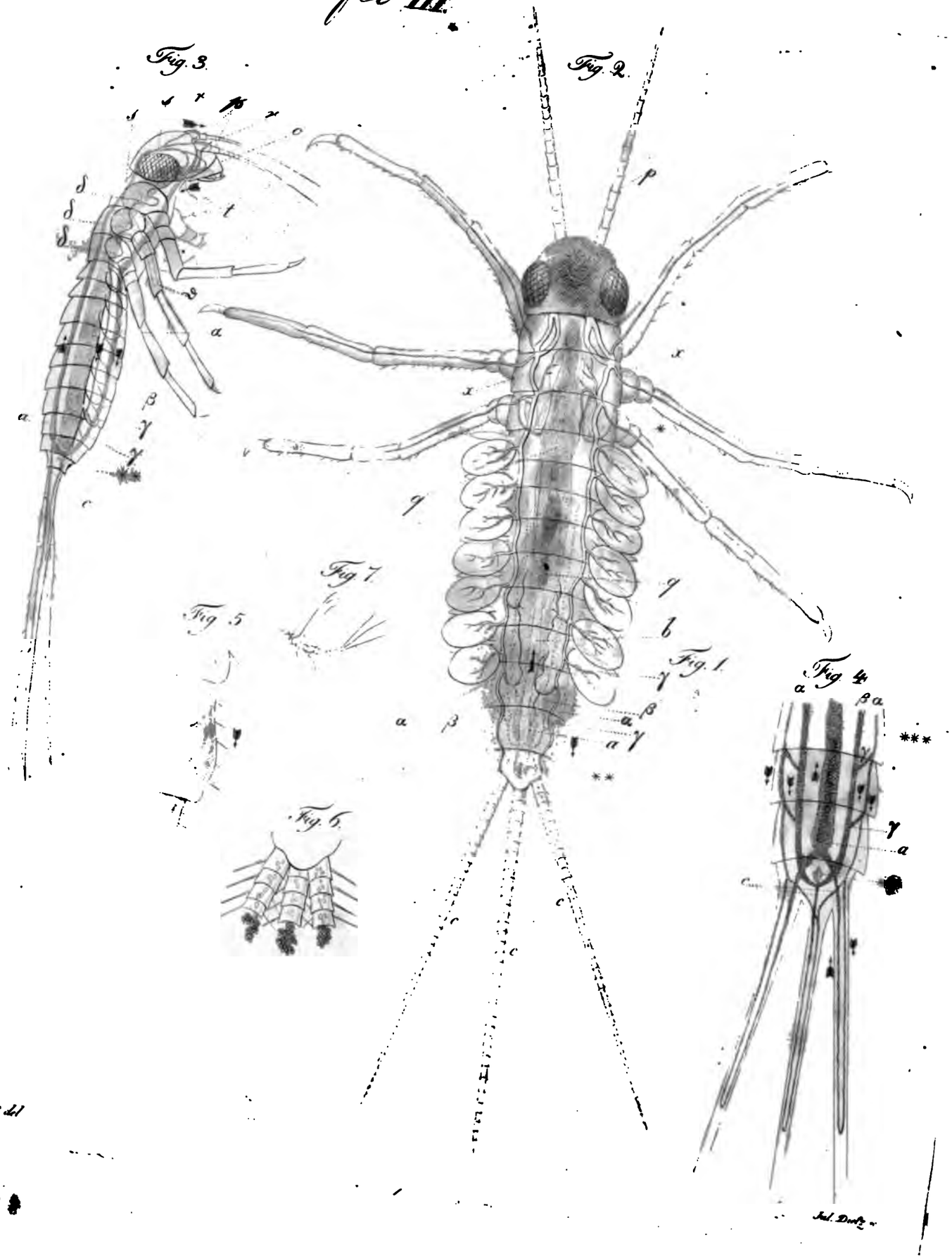
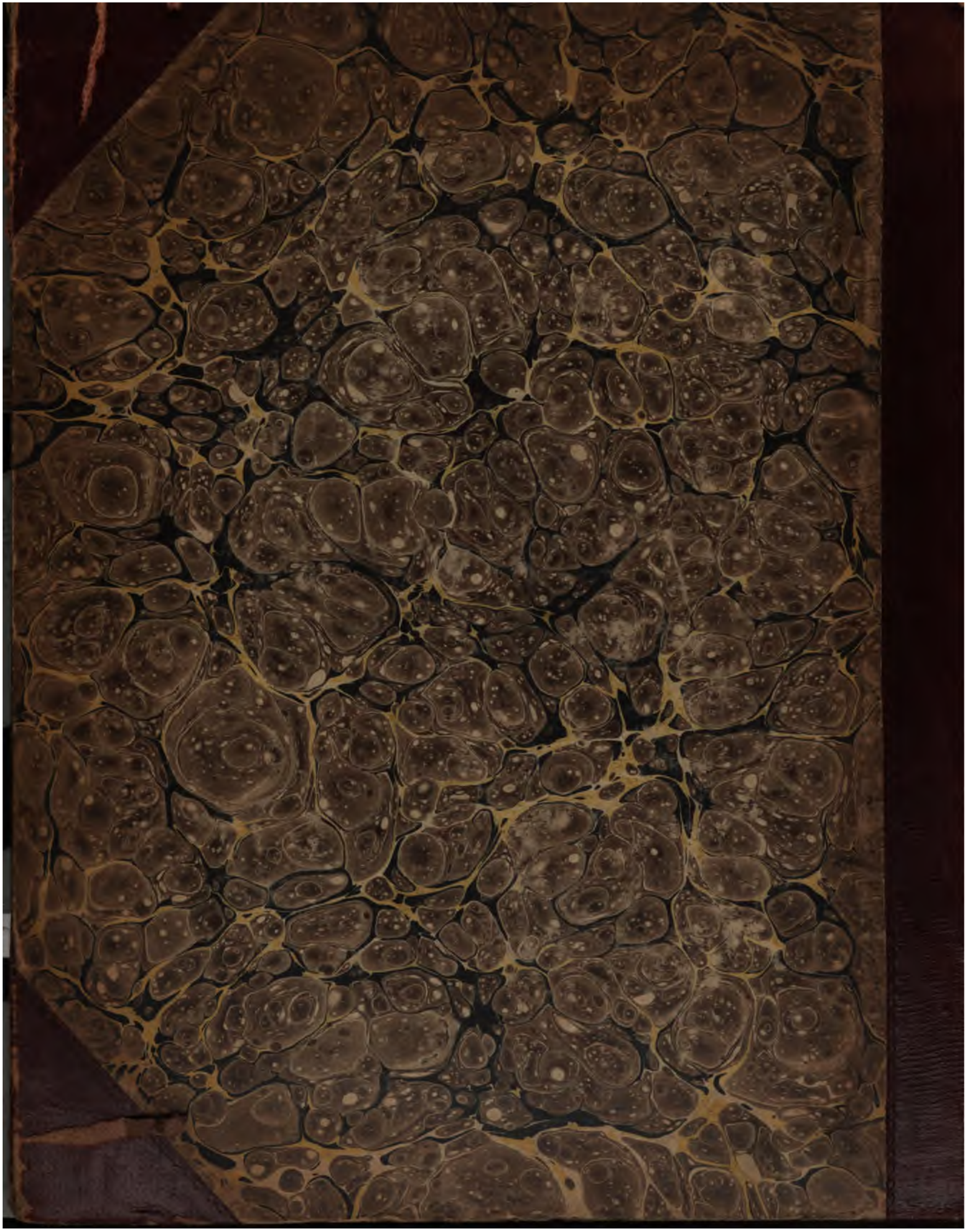


Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 7.

Carus ad nat del

Jul. Dietz sc.

Tafel III.